

Česká zemědělská univerzita v Praze

**Fakulta lesnická a dřevařská
Katedra ekologie lesa**



Diplomová práce

**Hodnocení sezónního přírůstu vybraných dřevin
v Arboretu FLD v Kostelci nad Černými lesy**

**Bc. Josef Chábera
Vedoucí práce: Ing. Václav Bažant, Ph.D.**

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Hodnocení sezónního přírůstu vybraných dřevin v Arboretu FLD v Kostelci nad Černými lesy“ vypracoval samostatně, pod vedením Ing. Václava Bažanta, Ph.D. a použil jen prameny, které jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Jsem si vědom, 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. 2021

.....

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu diplomové práce Ing. Václavu Bažantovi, Ph.D. za odborné vedení této diplomové práce, poskytnutá data a čas. Dále bych rád poděkoval Ing. Janu Vítámvásovi, Ph.D. za poskytnutí dat z dendrometrů. V neposlední řadě bych rád poděkoval rodině a přátelům za podporu během celého studia.

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Josef Chábera

Lesní inženýrství

Lesní inženýrství

Název práce

Hodnocení sezónního přírůstu vybraných dřevin v Arboretu FLD v Kostelci nad Černými lesy

Název anglicky

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

Cíle práce

Cílem diplomové práce je vyhodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu vybraných dřevin za delší časové období a jejich porovnání s klimatickými daty.

Metodika

Literární rešerše

hodnocení a měření přírůstu dřevin

popis, rozšíření, ekologie, proměnlivost, upotřebení vybraných dřevin

Charakteristika řešeného území, přírodní podmínky

Vyhodnocení dat z automatických dendrometrů, statistické zhodnocení

Porovnání sezónního přírůstu s klimatickými daty

Interpretace výsledků

Diskuze

Doporučený rozsah práce

50-60 stran textu, přílohy

Klíčová slova

Tloušťkový přírůst dřevin, automatické dendrometry

Doporučené zdroje informací

- DRÁPELA K., ZACH J., 1995: Dendrometrie. MZLU v Brně, 152 s.
- FRITTS H.C., 1976: Tree rings and climate. London, New York, San Francisco, Academic Press, 567 s
- KAMLEROVÁ K., SCHEJBALOVÁ H., 2006: Vliv klimatických faktorů na sezónní dynamiku tloušťkového přírůstu smrku ztepilého. In: Rožnovský J., Litschmann T., Vyskot I. (ed): Fenologická odezva proměnlivosti podnebí, Brno, 6 s.
- KUČERA J., 2015: Denrometer Increment Sensor DRL 26A,B,C: User's Manual. Brno: Environmental Measuring Systems.
- ROČEK I., MUSIL I., CHALUPA V., 1998: Arboretum Lesnické fakulty České zemědělské univerzity v Praze Kostelec nad Černými lesy. Praha, Fakulta lesnická a dřevařská, Česká zemědělská univerzita v Praze, 79 s.
- RYBNÍČEK M., ČERMÁK P., ŽID T., KOLÁŘ T., 2010: Radial growth and health condition of Norway spruce (Picea abies (L.) Karst.) stands in relation to climate (Silesian Beskids, Czech republic). Geochronometria.
- SCHWEINGRUBER F.H., 1996: Tree rings and environment dendroecology. Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, WSL/FNP, Birmensdorf, Switzerland. 660 s.
-

Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Václav Bažant, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie lesa

Konzultant

Ing. Jan Vítámvás, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 11. 3. 2020

prof. Ing. Miroslav Svoboda, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 14. 3. 2020

prof. Ing. Róbert Marušák, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 18. 04. 2021

Abstrakt

Tématem této diplomové práce je hodnocení sezónního přírůstu vybraných druhů dřevin v arboretu v Kostelci nad Černými lesy. Hodnocení bylo prováděno pro pět introdukovaných druhů dřevin, a to jedli obrovskou (*Abies grandis*), smrk sitku (*Picea sitchensis*), douglasku tisolistou (*Pseudotsuga menziesii*), borovici vejmutovku (*Pinus strobus*) a borovici pokroucenou (*Pinus contorta*).

Monitoring přírůstů probíhal za pomoci digitálních dendrometrů s označením EMS DRL26A, které se svou přesností na mikrometry a nastavitelným intervalem snímání dostatečně splňují požadavky spojené se zpracováním této práce. Tloušťkové přírůsty jednotlivých dřevin byly analyzovány v závislosti na klimatických podmínkách, které byly monitorovány meteostanicí nacházející se přímo v areálu arboreta. Analýza přírůstů byla prováděna zpětně, a to za období od roku 2016 do roku 2020.

Získané údaje byly dále zpracovávány do grafů v programu MS Excel, v nichž jsou zřetelně viditelné jednotlivé závislosti a fáze růstu (peaky). V další části byly tyto závislosti statisticky zpracovány do přehledné tabulky se stanovením počátku, kulminace a konce růstu za jednotlivá vegetační období.

Klíčová slova: Arboretum FLD v Kostelci nad Černými lesy, analýza tloušťkového přírůstu, dendrometr, klimatické podmínky

Abstract

The topic of this diploma thesis is the evaluation of the seasonal growth of selected tree species, this research was located at the arboretum in Kostelec nad Černými lesy. The evaluation was performed for five introduced tree species, namely grand fir (*Abies grandis*), sitka spruce (*Picea sitchensis*), Douglas spruce (*Pseudotsuga menziesii*), eastern white pine (*Pinus strobus*) and twisted pine (*Pinus contorta*).

The monitoring of growth was performed using digital dendrometers with the designation EMS DRL26A, that, thanks to their accuracy to micrometers and adjustable scanning interval, sufficiently meet the requirements associated with the processing of this work. The thickness increases of individual tree species were analyzed depending on the climatic conditions, which were monitored by a weather station located directly in the arboretum. The analysis of growth was performed retrospectively, for the period from 2016 to 2020.

The data obtained was then processed into graphs in the MS Excel program, where the individual dependencies and growth phases (peaks) are visible. As the next step, these dependencies were statistically processed into a clear table with the determination of the beginning, culmination and the end of the growth for each growing season.

Key word: FLD Arboretum in Kostelec nad Černými lesy, thickness growth analysis, dendrometer, climatic conditions

Obsah

1	Úvod.....	15
2	Literární rešerše	17
2.1	Arboretum FLD v Kostelci nad Černými lesy	17
2.1.1	Historie.....	17
2.1.2	Přírodní poměry arboreta	18
2.2	Růst a přírůst	19
2.2.1	Růst	19
2.2.2	Přírůst.....	20
2.2.3	Stavba jehličnatého dřeva	21
2.2.4	Vegetační doba	22
2.3	Jedle (<i>Abies</i>).....	23
2.3.1	<i>Abies grandis</i> (Jedle obrovská).....	23
2.4	Smrk (<i>Picea</i>)	25
2.4.1	<i>Picea sitchensis</i> (smrk sitka).....	25
2.5	Douglaska (<i>Pseudotsuga</i>).....	27
2.5.1	<i>Pseudotsuga menziesii</i> (douglaska tisolistá).....	27
2.6	Borovice (<i>Pinus L.</i>)	29
2.6.1	<i>Pinus strobus</i> (borovice vejmutovka).....	30
2.6.2	<i>Pinus contorta</i> (borovice pokroucená)	31
3	Metodika	33
3.1	Dendrometr EMS DRL26A	33
3.1.1	Data z meteostanice	35
3.1.2	Zpracování dat	36
3.1.3	Korelační analýza	36
4	Výsledky	37
4.1	Hodnocení sezónního přírůstu u <i>Abies grandis</i>	38

4.1.1	Rok 2016.....	38
4.1.2	Rok 2017.....	40
4.1.3	Rok 2018.....	42
4.1.4	Rok 2019.....	44
4.1.5	Rok 2020.....	46
4.2	Hodnocení sezónního přírůstu u <i>Picea sitchensis</i>	48
4.2.1	Rok 2016.....	48
4.2.2	Rok 2017.....	50
4.2.3	Rok 2018.....	52
4.2.4	Rok 2019.....	54
4.2.5	Rok 2020.....	56
4.3	Hodnocení sezónního přírůstu u <i>Pseudotsuga menziesii</i>	58
4.3.1	Rok 2016.....	58
4.3.2	Rok 2017.....	60
4.3.3	Rok 2018.....	62
4.3.4	Rok 2019.....	64
4.3.5	Rok 2020.....	66
4.4	Hodnocení sezónní přírůstu u <i>Pinus strobus</i>	68
4.4.1	Rok 2016.....	68
4.4.2	Rok 2017.....	70
4.4.3	Rok 2018.....	72
4.4.4	Rok 2019.....	74
4.4.5	Rok 2020.....	76
4.5	Hodnocení sezónního přírůstu u <i>Pinus contorta</i>	78
4.5.1	Rok 2016.....	78
4.5.2	Rok 2017.....	80
4.5.3	Rok 2018.....	82

4.5.4	Rok 2019.....	84
4.5.5	Rok 2020.....	86
4.6	Srovnání tloušťkových přírůstu sledovaných druhů	88
4.6.1	Rok 2016.....	88
4.6.2	Rok 2017.....	89
4.6.3	Rok 2018.....	90
4.6.4	Rok 2019.....	91
4.6.5	Rok 2020.....	92
4.7	Shrnutí výsledků a korelační analýza.....	93
4.7.1	Zhodnocení produkce sledovaných druhů	93
4.7.2	Korelační analýza	94
5	Diskuze	95
6	Závěr	97
7	Seznam literárních pramenů	98

Seznam grafů

Graf 1: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Abies grandis</i> na teplotě vzduchu v 1 m	38
Graf 2: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Abies grandis</i> na teplotě půdy	38
Graf 3: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Abies grandis</i> na vlhkosti půdy	39
Graf 4: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Abies grandis</i> na teplotě vzduchu v 1 m	40
Graf 5: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Abies grandis</i> na teplotě půdy	40
Graf 6: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Abies grandis</i> na vlhkosti půdy	41
Graf 7: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Abies grandis</i> na teplotě vzduchu v 1 m	42
Graf 8: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Abies grandis</i> na teplotě půdy	42
Graf 9: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Abies grandis</i> na vlhkosti půdy	43
Graf 10: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Abies grandis</i> na teplotě vzduchu v 1 m	44
Graf 11: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Abies grandis</i> na teplotě půdy	44
Graf 12: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Abies grandis</i> na vlhkosti půdy	45
Graf 13: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Abies grandis</i> na teplotě vzduchu v 1 m	46
Graf 14: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Abies grandis</i> na teplotě půdy	46
Graf 15: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Abies grandis</i> na vlhkosti půdy	47
Graf 16: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Picea sitchensis</i> na teplotě vzduchu v 1 m....	48
Graf 17: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Picea sitchensis</i> na teplotě půdy	48
Graf 18: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Picea sitchensis</i> na vlhkosti půdy	49
Graf 19: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Picea sitchensis</i> na teplotě vzduchu v 1 m....	50
Graf 20: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Picea sitchensis</i> na teplotě půdy	50
Graf 21: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Picea sitchensis</i> na vlhkosti půdy	51
Graf 22: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Picea sitchensis</i> na teplotě vzduchu v 1 m....	52
Graf 23: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Picea sitchensis</i> na teplotě půdy	52
Graf 24: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Picea sitchensis</i> na vlhkosti půdy	53
Graf 25: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Picea sitchensis</i> na teplotě vzduchu v 1 m....	54
Graf 26: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Picea sitchensis</i> na teplotě půdy	54
Graf 27: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Picea sitchensis</i> na vlhkosti půdy	55
Graf 28: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Picea sitchensis</i> na teplotě vzduchu v 1 m....	56
Graf 29: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Picea sitchensis</i> na teplotě půdy	56
Graf 30: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Picea sitchensis</i> na vlhkosti půdy	57
Graf 31: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Pseudotsuga menziesii</i> na teplotě vzduchu v 1 m	58

Graf 32: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Pseudotsuga menziesii</i> na teplotě půdy.....	58
Graf 33: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Pseudotsuga menziesii</i> na vlhkosti půdy.....	59
Graf 34: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Pseudotsuga menziesii</i> na teplotě vzduchu v 1 m	60
Graf 35: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Pseudotsuga menziesii</i> na teplotě půdy.....	60
Graf 36: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Pseudotsuga menziesii</i> na vlhkosti půdy.....	61
Graf 37: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Pseudotsuga menziesii</i> na teplotě vzduchu v 1 m	62
Graf 38: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Pseudotsuga menziesii</i> na teplotě půdy.....	62
Graf 39: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Pseudotsuga menziesii</i> na vlhkosti půdy.....	63
Graf 40: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Pseudotsuga menziesii</i> na teplotě vzduchu v 1 m	64
Graf 41: Závislost tloušťkového <i>Pseudotsuga menziesii</i> přírůstu na teplotě půdy.....	64
Graf 42: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Pseudotsuga menziesii</i> na vlhkosti půdy.....	65
Graf 43: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Pseudotsuga menziesii</i> na teplotě vzduchu v 1 m	66
Graf 44: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Pseudotsuga menziesii</i> na teplotě půdy.....	66
Graf 45: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Pseudotsuga menziesii</i> na vlhkosti půdy.....	67
Graf 46: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Pinus strobus</i> na teplotě vzduchu v 1 m	68
Graf 47: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Pinus strobus</i> na teplotě půdy	68
Graf 48: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Pinus strobus</i> na vlhkosti půdy	69
Graf 49: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Pinus strobus</i> na teplotě vzduchu v 1 m	70
Graf 50: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Pinus strobus</i> na teplotě půdy	70
Graf 51: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Pinus strobus</i> na vlhkosti půdy	71
Graf 52: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Pinus strobus</i> na teplotě vzduchu v 1 m	72
Graf 53: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Pinus strobus</i> na teplotě půdy	72
Graf 54: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Pinus strobus</i> na vlhkosti půdy	73
Graf 55: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Pinus strobus</i> na teplotě vzduchu v 1 m	74
Graf 56: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Pinus strobus</i> na teplotě půdy	74
Graf 57: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Pinus strobus</i> na vlhkosti půdy	75
Graf 58: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Pinus strobus</i> na teplotě vzduchu v 1 m	76
Graf 59: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Pinus strobus</i> na teplotě půdy	76
Graf 60: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Pinus strobus</i> na vlhkosti půdy	77
Graf 61: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Pinus contorta</i> na teplotě vzduchu v 1 m.....	78

Graf 62: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Pinus contorta</i> na teplotě půdy	78
Graf 63: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Pinus contorta</i> na vlhkosti půdy	79
Graf 64: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Pinus contorta</i> na teplotě vzduchu v 1 m.....	80
Graf 65: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Pinus contorta</i> na teplotě půdy	80
Graf 66: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Pinus contorta</i> na vlhkosti půdy	81
Graf 67: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Pinus contorta</i> na teplotě vzduchu v 1 m.....	82
Graf 68: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Pinus contorta</i> na teplotě půdy	82
Graf 69: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Pinus contorta</i> na vlhkosti půdy	83
Graf 70: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Pinus contorta</i> na teplotě vzduchu v 1 m.....	84
Graf 71: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Pinus contorta</i> na teplotě půdy	84
Graf 72: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Pinus contorta</i> na vlhkosti půdy	85
Graf 73: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Pinus contorta</i> na teplotě vzduchu v 1 m.....	86
Graf 74: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Pinus contorta</i> na teplotě půdy	86
Graf 75: Závislost tloušťkového přírůstu <i>Pinus contorta</i> na vlhkosti půdy	87
Graf 76: Porovnání tloušťkových přírůstů sledovaných druhů v roce 2016.....	88
Graf 77: Porovnání tloušťkových přírůstů sledovaných druhů v roce 2017.....	89
Graf 78: Porovnání tloušťkových přírůstů sledovaných druhů v roce 2018.....	90
Graf 79: Porovnání tloušťkových přírůstů sledovaných druhů v roce 2019.....	91
Graf 80: Porovnání tloušťkových přírůstů sledovaných druhů v roce 2020.....	92

Seznam tabulek

Tabulka 1: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u <i>Abies grandis</i>	39
Tabulka 2: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u <i>Abies grandis</i>	41
Tabulka 3: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u <i>Abies grandis</i>	43
Tabulka 4: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u <i>Abies grandis</i>	45
Tabulka 5: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u <i>Abies grandis</i>	47
Tabulka 6: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u <i>Picea sitchensis</i>	49
Tabulka 7: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u <i>Picea sitchensis</i>	51
Tabulka 8: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u <i>Picea sitchensis</i>	53
Tabulka 9: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u <i>Picea sitchensis</i>	55
Tabulka 10: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u <i>Picea sitchensis</i> ...	57
Tabulka 11: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u <i>Pseudotsuga menziesii</i>	59

Tabulka 12: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u <i>Pseudotsuga menziesii</i>	61
Tabulka 13: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u <i>Pseudotsuga menziesii</i>	63
Tabulka 14: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u <i>Pseudotsuga menziesii</i>	65
Tabulka 15: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u <i>Pseudotsuga menziesii</i>	67
Tabulka 16: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u <i>Pinus strobus</i>	69
Tabulka 17: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u <i>Pinus strobus</i>	71
Tabulka 18: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u <i>Pinus strobus</i>	73
Tabulka 19: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u <i>Pinus strobus</i>	75
Tabulka 20: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u <i>Pinus strobus</i>	77
Tabulka 21: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u <i>Pinus contorta</i>	79
Tabulka 22: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u <i>Pinus contorta</i>	81
Tabulka 23: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u <i>Pinus contorta</i>	83
Tabulka 24: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u <i>Pinus contorta</i>	85
Tabulka 25: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u <i>Pinus contorta</i>	87
Tabulka 26: Dosažené tloušťkové přírůsty sledovaných dřevin v roce 2016.....	88
Tabulka 27: Dosažené tloušťkové přírůsty sledovaných dřevin v roce 2017.....	89
Tabulka 28: Dosažené tloušťkové přírůsty sledovaných dřevin v roce 2018.....	90
Tabulka 29: Dosažené tloušťkové přírůsty sledovaných dřevin v roce 2019.....	91
Tabulka 30: Dosažené tloušťkové přírůsty sledovaných dřevin v roce 2020.....	92
Tabulka 31: Zhodnocení produkce sledovaných druhů za analyzované období.....	93
Tabulka 32: Korelační analýza.....	94

Seznam obrázků

Obrázek 1 Klimatické oblasti ČR se zákřesem polohy arboreta.....	18
Obrázek 2: Instalovaný dendrometr DRL26A na borovici pokroucené.....	34
Obrázek 3: Instalovaný dendrometr DRL26A na borovici vejmutovce.....	34
Obrázek 4: Meteostanice v areálu Arboreta FLD v Kostelci nad Černými lesy.....	35

1 Úvod

Tématem této diplomové práce je „Hodnocení sezónního přírůstu vybraných dřevin v Arboretu FLD v Kostelci nad Černými lesy“. V této diplomové práci jsme hodnotili dynamiku tloušťkových přírůstů pěti introdukovaných jehličnatých dřevin v závislosti na vybraných klimatických vlivech. Tloušťkový přírůst byl monitorován pomocí digitálních dendrometrů, s označením EMS DRL26A, osazených na kmenech analyzovaných jedinců. Mezi analyzované jedince jsme zařadili jedli obrovskou (*Abies grandis*), smrk sitku (*Picea sitchensis*), douglasku tisolistou (*Pseudotsuga menziesii*), borovici vejmutovku (*Pinus strobus*) a borovici pokroucenou (*Pinus contorta*).

První částí této práce je literární rešerše. V této části jsme se zabývali charakteristikou areálu arboreta, ve kterém probíhal výzkum diplomové práce. Dále definicí růstu a přírůstu dřevin, stavbou jehličnatého dřeva a charakteristikou jednotlivých zkoumaných druhů. Druhá část byla zaměřena na metodiku výzkumu, v níž byly popsány jednotlivé nástroje a přístroje, jež byly použity ke zpracování výsledků. Vlastní výsledky výzkumu byly interpretovány ve třetí části této práce. V této části jsme se zabývali vlastním hodnocením sezónních přírůstů na klimatických vlivech. Sledovanými klimatickými vlivy byly teplota vzduchu v 1 m, teplota půdy a vlhkost půdy. Tloušťkové přírůsty, ale i klimatické vlivy, byly hodnoceny zpětně, a to za období od roku 2016 do roku 2020.

Téma této diplomové práce je v kontextu současného lesnictví stále diskutovanějším a aktuálnějším tématem. V posledních letech české lesnictví prošlo řadou kalamit, které měly převážně stejného jmenovatele, tím byl nedostatek srážek, snižování hladiny spodních vod a s ním spojené chřadnutí porostů. Takto oslabené porosty se stávají náchylnějšími k odumírání, nebo k napadání sekundárními škůdci, kterým nedokážou odolávat. V této diplomové práci jsme se snažili zjistit, který z klimatických vlivů má na hodnoty tloušťkových přírůstů největší vliv. Zároveň jsme zjišťovali, která z introdukovaných dřevin má největší růstový potenciál na daných stanovištích.

Základními předpoklady pro výsledky této práce byly následující: douglaska tisolistá dosáhne největšího tloušťkového přírůstu (Podrázský & Prknová, 2019), smrk sitka bude produktivnější než borovice pokroucená a největší vliv na hodnotu tloušťkového přírůstu bude mít vlhkost půdy.

Výsledky této diplomové práce mohou být velmi cenným zdrojem informací nejen pro studenty lesnických a ekologických oborů, ale také pro lesnickou praxi, kde mohou objasnit fungování dřevin v dobách s klesajícími hodnotami srážek a rostoucími teplotami. Zároveň mohou poukázat na potenciál introdukovaných dřevin v českém lesnictví.

2 Literární rešerše

2.1 Arboretum FLD v Kostelci nad Černými lesy

Areál arboreta se rozprostírá nedaleko Prahy, konkrétně padesát kilometrů od České zemědělské univerzity v Praze. Nalezneme jej v katastrálním území Kostelce nad Černými lesy, ve vzdálenosti tři kilometrů severně od této obce. Hlavním orientačním bodem je dvůr Hošť, který je vzdálený pět set metrů od hlavní brány arboreta. Areál zaujímá plochu 12,38 ha, je na mírném svahu orientovaném na jih, v nadmořské výšce 300 až 350 m n. m.

2.1.1 Historie

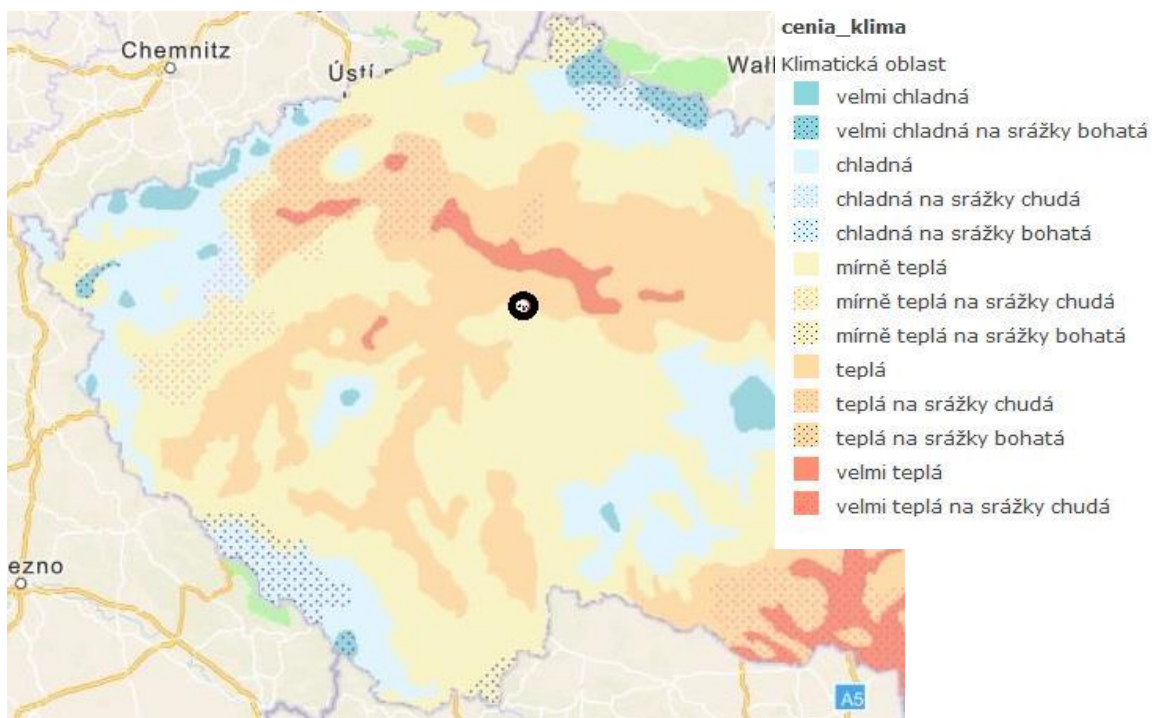
K založení arboreta došlo v roce 1954, původně se zaměřením na druhy mírného a boreálního pásma severní polokoule. Výsadby probíhaly v několika etapách, v první etapě byla osázena plocha 4 ha, ve druhé etapě bylo rozšířeno o stoletou habrovou doubravu s rozlohou 3,5 hektaru. K poslednímu rozšíření došlo v roce 1989 na konečných 12,38 ha. V průběhu let bylo arboretum doplňováno o další exempláře keřů a okrasných dřevin (Bažant & Prknová, 2014).

Hlavním iniciátorem vzniku této sbírky byl tehdejší vedoucí katedry geobotaniky a dendrologie prof. Dr. Ing. Pravdomil Svoboda, DrSc., který se stal i prvním vedoucím v roce 1964 (Bažant & Prknová, 2014).

Dřeviny jsou uspořádány formou přírodního parku, ve starší části arboreta především podle svých ekologických nároků, v některých partiích i systematicky. Součástí sbírky jsou též srovnávací výsadby různých druhů smrků, jedlí a borovic (Bažant & Prknová, 2014).

2.1.2 Přírodní poměry arboreta

Arboretum nabízí díky své poloze unikátní klimatické a přírodní poměry, což považujeme za vysoce významný činitel pro zhodnocení přírůstků. Nalézá se totiž na rozhraní teplé a mírně teplé klimatické oblasti dle klimatické regionalizace ČR.



Obrázek 1 Klimatické oblasti ČR se zákresem polohy arboreta

Zdroj: Arcgis.com

Další klimatické poměry, charakterizující dané stanoviště, jsou monitorovány meteostanicí, která se nachází přímo v areálu arboreta. Od roku 1960 do roku 2013 byly klimatické poměry monitorovány ve výzkumné stanici Truba, která se nachází zhruba jeden kilometr od arboreta. Tento monitoring má velmi velký vliv na kvalitu hodnocení dynamiky tloušťkového přírůstu.

Kostelecká oblast se nachází na území Českého masivu, nejčastěji se v podloží vyskytují sedimenty, zejména pískovce, jílovce, spraše a sprašové hlíny. Na námi zkoumaném území se nejčastěji vyskytují permské pískovce, křídové pískovce a spraše. Tyto sedimenty mají velký vliv na vodní režim stanoviště, zejména zde dochází k dobré infiltraci půdním horizontem, ale také k vysoké evaporaci vody. Vlastnosti těchto sedimentů mají velký vliv na růst dřevin, zejména pak na jejich přírůsty a celkovou vitalitu.

Vzhledem k výše zmíněným přírodním poměrům můžeme vyvodit, že stanoviště je suššího charakteru a dřeviny zde budou náchylnější ke stále se opakujícím přísuškům posledních let.

2.2 Růst a přírůst

2.2.1 Růst

Z biologického hlediska je elementárním životním projevem stromu jeho růst. Tento proces je realizován činností meristematických pletiv. Hovoříme-li o růstu z dendrometrického pohledu, jedná se o změnu dané veličiny stromu (Drápela, 1995).

Dle částí stromu, na nichž hodnotíme dané změny, rozdělujeme růst stromu do pěti kategorií, a) růst do výšky, b) růst do tloušťky, c) růst boční, d) růst na kruhové ploše a e) růst stromu na objemu (Simon & Vacek, 2008).

U růstu do výšky dochází k prodlužování kmene stromu, jenž je realizován vrcholovým (neboli terminálním) pupenem.

Růst do tloušťky je uskutečňován pomocí činnosti kambia a felogenu. Důsledkem této činnosti se na obvodu kmene každoročně vytváří nová vrstva dřeva.

Růst boční je procesem, při kterém se pomocí bočních výhonů prodlužují větve, což má za následek změny průměru (tedy šířky) koruny stromu.

Růst na kruhové ploše je typ růstu, jehož důsledkem je změna plochy příčného řezu kmene neboli kruhové plochy, měřené ve výčetní výšce 1,3 metru nad zemí. Jedná se o projev růstu tloušťkového.

Poslední z výše zmíněných typů růstu, tedy růst stromu na objemu, je uskutečňován změnami základních parametrů stromu, mezi které řadíme zvláště tloušťku a výšku jak kmene, tak i větví stromu a jeho kořenů. V potaz je brán objem části nadzemní, tedy vyjma kořenů, jenž je členěn na hroubí a nehroubí.

Růst má tedy v obecné rovině význam jako vývoj hodnoty dané konkrétní veličiny, kterou je výška či tloušťka stromu, a to vzhledem k věku (Drápela, 1995).

2.2.2 Přírůst

Pro lesnické účely je více relevantní pozorování přírůstu. Definicí přírůstů je v obecném znění změna dendrometrické veličiny za určitý časový úsek. Stejně tak jako u růstu, i přírůst vzniká periodickou činností meristematických pletiv (Šebík & Polák, 1990). Přírůsty se dělí na přírůsty běžné, přírůsty průměrné a přírůsty objemové.

Přírůstem běžným rozumíme rozdíl dvou růstových veličin za daný časový interval. Dle délky časového intervalu rozdělujeme přírůst běžný do čtyřech skupin. První skupinou jsou přírůsty běžné úhrnné. Tyto přírůsty jsou dány časovým intervalem od počátku růstu do předem určeného okamžiku. Druhou skupinou jsou přírůsty běžné periodické, které se váží k předem stanovenému časovému intervalu (Simon & Vacek, 2008). V běžné praxi se jedná o období pěti až deseti let. Následující skupinou jsou přírůsty běžné roční, které, jak už název napovídá, jsou vztaženy k jednomu vegetačnímu období. Přírůstem, který je pro tuto práci stěžejní, je přírůst běžný okamžitý. Tato skupina je vztažena k časovému intervalu kratšímu než jedno vegetační období.

Přírůsty průměrné jsou hodnotou, kterou zjišťujeme jako podíl hodnoty růstové veličiny v daném věku ku počtu let. V praxi využíváme zejména přírůst průměrný roční a přírůst průměrný periodický. Přírůstem průměrným ročním rozumíme podíl hodnoty růstové veličiny ku celkovému počtu roků. Přírůst průměrný periodický je podílem přírůstu běžného periodického a počtu roků periody (Šebík & Polák, 1990).

Přírůsty objemové charakterizují změny růstových veličin u jednotlivých stromů, nebo u celých porostů. Ovlivňují je přírůsty tloušťkové, výškové a změny tvarů, které ovlivňují velikost výtvarnice. Tyto přírůsty dále dělíme na přírůst objemový běžný na hlavním porostu, přírůst objemový běžný na hlavním a probírkovém porostu, přírůst objemový průměrný na hlavním porostu a přírůst objemový průměrný na hlavním a probírkovém porostu. Dělení těchto přírůstů je výsledkem kombinace výše zmíněného přírůstu běžného a přírůstu průměrného s tou odchylkou, že změny růstových veličin jsou vztaženy k porostům hlavním a probírkovým (podružným).

2.2.3 Stavba jehličnatého dřeva

Vzhledem k zaměření této diplomové práce je důležitým faktorem stavba jehličnatého dřeva, od které se růst a přírůst odvíjí.

Jehličnaté dřevo je vývojově starším typem dřeva. Jeho struktura je v mnoha ohledech jednodušší než struktura listnatého dřeva. Struktura jak listnatého, tak jehličnatého dřeva se rozděluje na makroskopickou a mikroskopickou úroveň. Na obou úrovních můžeme pozorovat rozdíly ve stavbě těchto druhů dřevin.

2.2.3.1 Makroskopická úroveň stavby

Makroskopickou úrovní rozumíme takové znaky, které je možné pozorovat pouhým okem či lupou. Mluvíme-li o jehličnatých dřevinách, rozeznáváme na makroskopické úrovni letokruhy, dřeň, jádro, běl a pryskyřičné kanálky.

Letokruhy vznikají činností meristematických buněk kambia a felogenu, které mají schopnost dělení. Díky podnebí, ve kterém se Česká republika nachází, jsou dřeviny schopny vytvářet dvě odlišné struktury dřeva. Jedná se o střídání jarního a letního dřeva. Jarní dřevo je složeno z velkých, tenkostěnných buněk, které obsahují velké množství vody, jejichž funkce je převážně vodivá. Oproti tomu je letní dřevo tvořeno z menších, tlustostěnných buněk, jejichž funkce je primárně mechanická. Díky tomuto odlišnému složení jsou patrné i vzhledové rozdíly pozorovatelné pouhým okem. Přejechy jarního a letního dřeva udávají přírůsty za jedno vegetační období.

Dřeň je centrální částí kmene s výrazně nižší tvrdostí, než má okolní dřevo. Od okolního dřeva ji pouhým okem můžeme rozlišit díky jejímu odlišnému zabarvení.

Jádro je část kmene, kterou na příčném průřezu můžeme pozorovat mezi dřevem a bělím. Jedná se o tmavší úsek kmene, který je tvořen odumřelými buňkami. Tyto buňky jsou neprůchodné pro vodu a jsou charakteristické obsahem tzv. jádrových látek, které jsou uloženy v buněčných stěnách i dutinách (Vavřík, 2004). V případě jehličnanů jde zejména o pryskyřice. U některých jehličnatých dřevin není jádro barevně vylišeno.

Část kmene vyskytující se mezi kambiem a jádrem se nazývá běl. Tato část je poněkud světlejší a nese rozdílné fyzikální a mechanické vlastnosti na rozdíl od jádra. Její hlavní funkcí je transport látek a vody, dále zastává zásobní funkci (Vavřík, 2004). Tato část kmene je nejméně trvanlivá, a tudíž nejvíce náchylná k hnilobám.

Pryskyřičné kanálky jsou elementy tvořené z buněk produkujících a vylučujících pryskyřici. Mají tedy sekreční funkci a můžeme je nalézt u všech našich jehličnatých dřevin s výjimkou jedle, jalovce a tisu. Mezi makroskopické znaky jsou řazeny z toho důvodu, že je lze pozorovat jako drobné tečky na řezu příčném, nebo jako jemné pásy na řezu radiálním a tangenciálním.

2.2.3.2 Mikroskopická úroveň stavby

Mikroskopická úroveň není pouhým okem pozorovatelná. Naprostou většinu mikroskopické struktury tvoří tracheidy a stávají se tak převládajícím buněčným elementem (Vavrčík, 2004). Tracheidy jsou uzavřené buňky podlouhlého tvaru s orientací horizontální či vertikální. Tyto buňky můžeme dále rozdělit na tracheidy jarní a tracheidy letní. Zatímco jarní tracheidy mají funkci vodivou, letní mají funkci mechanickou. V menší míře jsou na mikroskopické úrovni zastoupeny parenchymatické buňky, tvořící dřeňové paprsky, dále pak zásobní buňky a pryskyřičné kanálky.

2.2.4 Vegetační doba

Vegetační dobou rozumíme období, kdy trvají vhodné podmínky pro růst a vývoj rostlin. V případě dřevin mezi tyto podmínky řadíme vhodnou délku denní periody a příznivé klimatické podmínky.

V klimatických podmínkách České republiky (mírný klimatický pás) začíná toto období s narůstající denní periodou. U jehličnatých dřevin tento počátek nastává v průběhu května, díky dostatečné délce dne a teplotě. V momentě, kdy dochází naopak k poklesu těchto faktorů, tedy koncem září, doba vegetace jehličnanů končí. U listnatých dřevin přichází období vegetačního klidu dříve, a to na konci srpna.

Intenzita růstu je závislá na denní době. Nejvyšší intenzitu vykazují dřeviny před východem Slunce, v momentě zvýšené intenzity slunečního záření totiž dochází k uzavření průduchů a celkovému snížení transpirace, což má za následek snížení rychlosti růstu. Proces růstu je znovu obnoven ve chvíli, kdy se intenzita slunečního záření znovu sníží. Nejmenší růstovou aktivitu vykazují dřeviny v poledních hodinách.

Intenzita slunečního záření taktéž ovlivňuje obvod kmene dřevin. Největší obvod vykazuje dřevina v brzkých ranních hodinách, díky dostatečné vzdušné vlhkosti a nízké transpiraci dřevin. V průběhu dne se s rostoucí intenzitou světelného záření obvod kmene dřevin snižuje v důsledku transpirace nezdřevnatělých buněk, které vodu odevzdávají.

V popoledních hodinách je tloušťka stromu nejnižší, večer po skončení výparu opět vzrůstá. Ze začátku rychle, poté pomaleji (Šebík & Polák, 1990)

2.3 Jedle (*Abies*)

Rod jedle je z lesnického hlediska velmi významný, druhy patřící do tohoto rodu plní celou řadu funkcí, jako například dřevoprodukční a ekologickou. Jedná se o druhy majestnátního vzhledu, které dosahují výšky třiceti až šedesáti metrů. Vyskytují se v nejrůznějších oblastech po celém světě, od lesotundry a nížin na severu až k subtropům, kde vystupují k horní hranici lesa. V Evropě se vyskytují čtyři autochtonní druhy jedlí. Na území České republiky se jedle začaly rozšiřovat v době postglaciální z alpských refungii. Vyskytuje se zde pouze jeden autochtonní druh, kterým je *Abies alba* (jedle bělokorá).

Dřevo jedlí je světlého zbarvení, bez pryskyřičných kanálků a v dnešní době je poněkud méně ceněno oproti dřevu smrkovému. Charakteristickým znakem tohoto stromu je hladká borka, přeslenité větvení a vzpřímeně postavené šišťice. Jedním z klíčů pro rozpoznání jednotlivých druhů tohoto rodu je postavení jehlic na větvi. Nejčastější postavení jehlic na větvičce je postavení dvouřadé, jedná se o druh *Abies grandis* (jedle obrovská), postavení hřebenité, jedná se o druh *Abies alba* (jedle bělokorá), nebo obrůstají větvičku i na svrchní straně, přičemž obrůstající jehlice nejčastěji zakrývají větvičku shora úplně, jedná se o druhy *Abies cephalonica* (jedle řecká), *Abies nordmanniana* (jedle kavkazská) a *Abies koreana* (jedle korejská). Posledním typem postavení jehlic je postavení radiální, jehož zástupcem je *Abies pinsapo* (jedle španělská).

2.3.1 *Abies grandis* (Jedle obrovská)

Jedle obrovská je zástupcem se schopností poměrně rychlého růstu, na některých stanovištích v České republice s produkcí daleko vyšší, než je tomu u autochtonního druhu *Abies alba*. Její domovinou je západní část Severní Ameriky. Tato jedle je na území Evropy druhem nepůvodním, ale na některých stanovištích střední a západní Evropy byla úspěšně introdukována s vyšším potenciálem produktivity než u druhů stanovištně původních (Beran, 2018).

Jedle obrovská se řadí mezi dřeviny tolerující zástin. Nejčastěji se vyskytuje na hlubokých aluviálních půdách s dostatkem vody. Vzhledem ke klimatu je velmi plastickou dřevinou snášející různá stanoviště s různým klimatem.

Dosahuje výšky čtyřiceti až šedesáti metrů s tloušťkou jednoho až jednoho a půl metru. Koruna je tvaru kopulovitého či kuželovitého, s přeslenitým větvením, kde jsou jehlice dvouřadě rozmístěné (Musil, 2002). Válcovitý kmen se v průběhu růstu v dostatečném zápoji čistí, avšak při uvolnění obrůstá hojnými výmladky. Kořenový systém umožňuje dřevině přežívat na různorodých stanovištích, zejména díky schopnosti hlubokého zakořenění a rozprostřenosti kořenů.

Jedle obrovská rozkvétá v závislosti na stanovišti v březnu až červnu. Šišky jsou žlutozeleného zabarvení s podpůrnými šupinami kratšími, nežli jsou šupiny semenné. K dozrávání šišek dochází v srpnu až září s rozpadem o měsíc později. Vzhledem k rychlému růstu v mládí dochází k produkci semen až ve dvacátém roku života.

Jedná se velmi málo proměnlivý druh, u kterého jsou známy dvě formy, a to zelená pobřežní forma a šedá vnitrozemská forma vyskytující se ve vyšších nadmořských výškách.

Vzhledem k tomu, že se jedná o velmi plastickou dřevinu, snáší dobře teplotní výkyvy, ovšem jejím problémem je náchylnost k pozdním mrazům a houbovým chorobám. V její domovině se jedná o jádrové hniloby, zatímco v Evropě je ohrožena zejména václavkou. Kvůli svému rychlému růstu má tendenci k přeštíhlení způsobujícímu bez včasného výchovného zásahu vrcholkové zlomy mokřým sněhem (Fulín, 2016).

Z hlediska tloušťkového přírůstu této dřeviny bylo v mnoha výzkumech zjištěno, že jedle obrovská dosahuje vysoké intenzity tloušťkového přírůstu zejména v mládí. Kulminace tloušťkového přírůstu nastává kolem dvacátého roku života. Díky tomuto zjištění se řadí mezi dřeviny s vysokým produkčním potenciálem, kde na mnoha lokalitách předčí i smrk ztepilý, jedli bělokorou a douglasku tisolistou (Fulín, Remeš, & Tauchman, 2013).

Dřevo jedle obrovské je cenným zdrojem vlákniny, vyrábí se z něj také řezivo a používá se rovněž jako dříví stavební (Musil, 2002). Celosvětově je tento druh žádaným vánočním stromem.

2.4 Smrk (*Picea*)

Zástupci rodu *Picea* jsou rovněž jako zástupci rodu *Abies* významnými druhy z lesnického hlediska. Nejvýznamnější funkcí tohoto rodu je produkce dřevní hmoty pro dřevozpracující průmysl. Tento rod se vyskytuje zejména v chladnějších oblastech severní polokoule, zejména ve studeném a mírném klimatickém pásu. Na území Evropy můžeme nalézt tři autochtonní zástupce, v České republice se však vyskytuje pouze jeden, a to *Picea abies* (smrk ztepilý). Některé druhy rodu *Picea* byly do Evropy introdukovány ze Severní Ameriky a Asie.

Stejně tak jako u rodu *Abies* je zabarvení dřeva světlé, avšak s tím rozdílem, že obsahuje četné pryskyřičné kanálky. U tohoto rodu je kůra poměrně tenká, v pozdějším věku šupinovitá až štítkovitá. Tento druh se vyznačuje přeslenovitým větvením se spirálovitě postavenými jehlicemi, které vyrůstají z drsných listových polštářků. Jedním z klíčů rozeznávání jednotlivých druhů tohoto rodu je vzhled jehlice, u jedné skupiny pozorujeme jehlice čtyřhranné, u druhé, méně četné, pozorujeme jehlice zploštělé. Šištičky v období kvetení rostou stejně jako u rodu *Abies* vzpřímeně, ale po oplození převisají. Nejdůležitějším rozeznávacím znakem je vzhled semenných šupin, rozlišujeme takto dvě skupiny, a to *morinda* a *casicta*. Šupiny typu *morinda* se vyznačují tmavě hnědým zbarvením a bývají tuhé a neohebné. Zástupci s šupinami tohoto typu jsou například *Picea abies* (smrk ztepilý) a *Picea omorika* (smrk omorika). Šupiny zástupců typu *casicta* mají šupiny světlejší barvy, jež jsou tenčí a ohebnější. K této skupině řadíme například *Picea pungens* (smrk pichlavý) a *Picea engelmannii* (smrk engelmannův).

2.4.1 *Picea sitchensis* (smrk sitka)

Smrk sitka dosahuje ze všech zástupců rodu *Picea* největších rozměrů, a to výšky třiceti až osmdesáti metrů s výčetní tloušťkou až pět metrů. Do České republiky byl introdukován počátkem 20. století ze západního pobřeží Severní Ameriky. Díky svým monumentálním rozměrům a přirozenému výskytu se stal smrk sitka státním stromem Aljašky.

Picea sitchensis je druhem, který je schopný v menší míře snášet zástín. Ideálním klimatem je pro smrk sitku vlhké mořské klima s chladným létem a mírnou zimou s nadmořskou výškou od úrovně hladiny moře až do devíti set metrů nad mořem. Vhodné klima z evropských zemí má pro pěstování tohoto druhu například Skotsko a Irsko (Joyce & O'Carroll, 2002).

Kořenový systém je obvykle povrchový a v adekvátních podmínkách může ovšem dosáhnout hloubky až dvou metrů.

Sitka se řadí mezi rychle rostoucí dřeviny, které dokážou prosperovat i na chudých stanovištích. Největšího přírůstku dosahují jedinci v mladém věku, kdy mohou přirůst za jedno vegetační období až jeden a půl metru do výšky (Podrázský & Prknová, 2019).

Klinální variabilita znaků i vlastností je závislá nejen na zeměpisné šířce, ale i na nadmořské výšce (Musil, 2002). Vzhledem k překryvům areálů výskytů severoamerických smrků dochází ke vzniku hybridu s *Picea glauca* (smrk sivý) za vzniku křížence *Picea x lutzii* (smrk Lutzův).

Pokud se zaměříme na škodlivé činitele v areálu přirozeného výskytu je *Picea sitchensis* ohrožen z abiotického hlediska zejména vývraty a polomy. Z hlediska biotických činitelů jde zejména o houbová onemocnění způsobená václavkou a kořenovníkem, dalším rizikovým faktorem je poškození stromů kůrovcem z rodu *Dendroctonus*.

Dřevo tohoto rodu je velmi ceněno zejména pro svoji lehkost, která však nemá negativní dopad na jeho pevnost, dále pak pro jeho rezonanční vlastnosti (Zeidler, 2013). V oblastech introdukce je oceňován jeho rychlý růst.

2.5 Douglaska (*Pseudotsuga*)

Rod douglasek je pro lesnické účely České republiky velmi významný. Z introdukovaných dřevin dosahuje na našem území vysoké produkce dřevní hmoty a plní i meliorační a zpevňující funkci. Na území Evropy nenajdeme ani jeden autochtonní druh z tohoto rodu. Jejich domovinou je západní část Severní Ameriky, jihozápadní Čína, Tchajwan a Japonsko.

Douglasky se řadí mezi jádrové dřeviny s poměrně úzkou bělí. Barva jádra je velmi variabilní, liší se dle stanoviště od žlutohnědé až po červenou. Letokruhy douglasek bývají dosti výrazné díky náhlému přechodu mezi jarním a letním dřevem (Zeidler, 2013). Uspořádání jehlic je u tohoto druhu spirálovité s poměrně dlouhou životností jehlic, a to pět až osm let. Jehlice obsahují vonné silice, které po rozemnutí vydávají charakteristickou citrusovou vůni. Borka je v mládí hladká a tmavá, ale postupně rozpraskává. Šišky mají válcovitý tvar s výraznými zašpičatělými podpůrnými šupinami trojcípého tvaru. Jsou nerozpadavé a dozrávají po ukončení každého vegetačního období. Pupeny jsou světle hnědé barvy, jejich tvar je vřetenovitý se zašpičatělým koncem.

2.5.1 *Pseudotsuga menziesii* (douglaska tisolistá)

Douglaska tisolistá patří mezi nejperspektivnější introdukované jehličnaté dřeviny. Její obliba v poslední době roste zejména díky vysoké dřevní produkci a rychlému růstu. Jedná se o dřevinu dosahující výšky až osmdesáti metrů s výčetní tloušťkou kolem dvou metrů. Na území České republiky byla introdukována v polovině 19. století, a to ze Severní Ameriky (Musil, 2002).

Jedná se o druh středně náročný na světlo, v mládí však zvládá větší zástín, proto je schopna vytvářet podrost pod matečným porostem, který je však při jejím dospívání nutno prosvětlit. Ve své domovině se vyskytuje v nadmořských výškách od hladiny moře do 1800 metrů nad mořem.

U kořenového systému převládají silné boční kořeny, které v našich podmínkách plní zpevňující funkce. Specifickým znakem tohoto druhu je časté srůstání kořenů blízkých jedinců. Kmeny těchto stromů jsou válcovitého tvaru, v průběhu života se špatně čistí i v plně zakmeněných porostech.

Růst douglasek je velmi rychlý, ve věku deseti let mohou dosahovat výšky až pěti metrů. Kulminace výškového přírůstu přichází mezi dvacátým a třicátým rokem života, na některých stanovištích však může přicházet až o několik let později.

Tloušťkový přírůst u douglasek má s rostoucím věkem klesající tendenci (Podrázský & Prknová, 2019). V mládí se vyznačují rychlým tloušťkovým růstem s produkcí širokých letokruhů, který se postupně zpomaluje s rostoucím věkem. Kulminace tohoto přírůstu závisí zejména na charakteru stanoviště. Tloušťkový přírůst bývá velmi často ovlivněn také strukturou porostu a klimatickými vlivy stanoviště. Největší vliv na hodnotu tloušťkového přírůstu má teplota v zimních měsících, zejména v únoru. Pokud je zima velmi chladná, dochází k výraznému poklesu tloušťkového přírůstu (Šiška & Vinš, 1978).

V přirozeném areálu výskytu jsou hlavními škodlivými činiteli periodicky se opakující požáry. Na našem území nemá douglaska svého biotického škůdce, kromě zvěře, která ji využívá zejména k vytloukání. Dalším biotickým škůdcem je na území Evropy sypavka skotská, která způsobuje opadávání jehlic. Poměrně velkým problémem na území České republiky je introdukce přímořské variety douglasky, která kvůli dlouhým a suchým zimám trpí tzv. vytranspirováním jehlic. Tento jev způsobuje špatné hospodaření douglasky s vodou na zamrzlých půdách v zimním období (Musil, 2002).

Na našem území se jedná o dřevařsky velmi málo využívaný druh, zejména pro jeho malé zastoupení oproti smrku (Zeidler, 2013). Dřevo tohoto druhu však oproti němu dosahuje vyšší kvality.

2.6 Borovice (*Pinus L.*)

Stejně tak jako rod *Picea* je rod *Pinus* jedním z lesnicky nejvýznamnějších druhů České republiky. Rod *Pinus* je hospodářsky velmi významným rodem zejména z hlediska produkčního, ekologického nebo dřevařského. Na našem území se autochtonně vyskytují tři druhy zastupující tento rod, jedná se o *Pinus mugo*, *Pinus sylvestris* a *Pinus rotundata*. Ve světě jde o velmi hojně zastoupený rod, vyskytující se výhradně na severní polokouli. Jedinou výjimku tvoří *Pinus merkusii*, která na území Asie překračuje rovník. Nejvíce druhů se vyskytuje v Severní Americe, kde bychom našli zhruba dvě třetiny ze sta dvaceti popsanych druhů. Zbylá třetina se vyskytuje na území Eurasie s výjimkou čtyř druhů, které obývají území Afriky. Oblast výskytu je velmi rozsáhlá, zasahuje do mnoha klimatických pásů, od severních polárních oblastí až po oblasti tropické. Zástupci borovic jsou schopni se přizpůsobit i různorodým nadmořským výškám, nejvýše vystupují v Číně a Mexiku, až do 4 000 m n. m.

Dřevo bývá světlé barvy, u některých zástupců, jako například u naší autochtonní borovice lesní, se vykytuje jádro tmavší barvy (Zeidler, 2013). Oproti dřevu smrkovému bývá poněkud křehčí, což je hlavním limitujícím faktorem pro jeho využití. Při těžbě za zvyšujících se jarních venkovních teplot a při nesprávné technologii zpracování trpí dřevo borovice zamodráním, čímž se její dřevo znehodnocuje.

Vzhledem k velikosti tohoto rodu bývá v některých případech těžké rozeznat, o jaký druh se jedná, hlavními rozdíly mezi druhy je tvar a počet jehlic vyrůstajících na brachyblastu. Nejčastěji se vyskytují borovice dvou, tři a pěti jehličnaté.

Dalším rozdílným znakem borovic je vzhled a umístění šištice. Dle umístění šištice v koruně můžeme určit, zda se jedná o šištici samčí, nebo samičí. Samčí šištice se většinou vyskytují na bázích letorostů ve spodních patrech koruny. Samičí šištice se vyskytují v osluněných částech koruny.

Systematicky se rod *Pinus* dělí na dva podrody, a to *Pinus (Diploxylon)* a *Strobus (Haploxylon)*. Do podrodu *Pinus* řadíme takzvané tvrdé, smolnaté borovice. Zástupci tohoto podrodu se vyznačují dvěma až třemi jehlicemi na brachyblastu. Dalším znakem je přechod jarního a letního dřeva, který je v tomto případě náhlý. Do podrodu *Pinus* bychom zařadili všechny tři autochtonní druhy vyskytující se na našem území, kterými jsou *Pinus sylvestris*, *Pinus mugo* a *Pinus nigra*. Do podrodu *Strobus* bychom naopak zařadili borovice měkké, tyto borovice se liší i počtem jehlic na brachyblastu, kterých je

nejčastěji pět. Pozvolný přechod mezi jarním a letním dřevem je dalším rozdílným znakem. Pro nás důležitým zástupcem tohoto podrodu je borovice vejmutovka (*Pinus strobus*).

2.6.1 *Pinus strobus* (borovice vejmutovka)

Borovice vejmutovka, též nazývaná borovice hedvábná, je po douglasce další hojně se vyskytující introdukovanou dřevinou na našem území. Tento druh borovice je velmi ceněn z hlediska vysoké a rychlé produkce dřevní hmoty. Stromy mohou dosahovat výšek kolem třiceti až čtyřiceti metrů s výčetní tloušťkou kolem jednoho metru. Její domovinou je východní část Severní Ameriky, odkud byla introdukována počátkem 19. století na území České republiky. V našich podmínkách se v mnoha oblastech výskytu chová jako invazní dřevina, kde z přirozených stanovišť vytlačuje autochtonní borovici lesní. Jde zejména o skalní pískovcová města v Polabí a v okolí Máchova jezera.

Borovice vejmutovka je sice druhem v mládí poměrně tolerantním k většímu zastínění, i přesto je zástinem ale snížena schopnost jejího přírůstu. Mladí jedinci tedy rostou pomaleji, čímž se stávají velmi zranitelnými, ve věku tří let mohou dosahovat výšky jen třinácti centimetrů (Wiemann, 2010). S věkem a přibývajícím hodnotou ozáření se ovšem růstová schopnost u tohoto druhu zvyšuje, kdy maximálních přírůstů dosahuje mezi desátým a patnáctým rokem života, v tomto období může roční výškový přírůst dosahovat hodnoty až devadesáti centimetrů. Tloušťkový přírůst borovice vejmutovky je spojený s přírůstem výškovým, závisí na stupni ozáření. Na některých stanovištích můžou čtyřicetileté porosty dosahovat výtěžnosti až 40 m³/ha (Beznoska, 2000). V areálu přirozeného výskytu osidluje stanoviště od hladiny moře až po výšky kolem 1100 m n. m.

Vejmutovky se nejčastěji vyskytují na dobře propustných, písčitých až hlinitopísčitých půdách nízkých bonit. Jejich kořenový systém je vzhledem k tomuto faktu dosti specifický. Hlavní kořen bývá nevyvinutý a je zpravidla nahrazen třemi až pěti velkými bočními kořeny, které směřují jak do stran, tak dolů. Díky tomuto kořenovému systému bývá nadzemní část velmi stabilní. Kmen je rovný, válcovitý s tenkou hladkou borkou, která s rostoucím věkem přechází ve vrásčitou.

Jedním z hlavních škodlivých činitelů tohoto druhu je rez vejmutovková (*Cronartium ribicola*). Tato rez se původně nevyskytovala v přirozeném areálu výskytu, ale byla do Severní Ameriky zavlečena z Evropy na sadebním materiálu v 2. polovině 19.

století. Tato rez způsobuje nádorovitost kmene a postupné odumírání celých porostů. Dalšími významnými škodlivými činiteli jsou požáry, zejména na území Severní Ameriky jde o pravidelně se opakující jev, kterému není *Pinus strobus* schopna odolávat. Dalším problémem jsou škody způsobené mokřým sněhem a zvěří, která škodí zejména okusem a vytloukáním.

V souvislosti se škodlivými činiteli je veden i výzkum, jehož cílem je nalézt odolné populace, které jsou k některým z nich odolnější. U vejmutovky je prokázána proměnlivost ve směru sever-jih, kdy severní populace jsou odolnější k polomům způsobeným sněhem a ke znečištěnému ovzduší, jejich nevýhodou je poněkud pomalejší růst oproti populacím jižním. Dalšími výzkumy bylo zjištěno, že *Pinus strobus* se dokáže křížit s *Pinus peuce* za vzniku hybridu, který je rezistentnější ke rzi vejmutovkové.

V Severní Americe je dřevo vejmutovek vysoce ceněno, používá se v nábytkářství, zejména pro svůj estetický vzhled, dále v modelářství a ve výrobě překližek. Na území České republiky se používá dřevo vejmutovek zejména v nábytkářství.

2.6.2 *Pinus contorta* (borovice pokroucená)

Dalším introdukovaným druhem z rodu borovic je borovice pokroucená. Tato borovice se původně vyskytovala v západní části Severní Ameriky, a na území České republiky byla introdukována v 19. století. Řadí se k silně světlomilným druhům dvoujehličnatých borovic s pionýrským charakterem.

Pinus contorta dokáže i přes svou světlomilnost na mineralizovaných půdách obnažených požáry vytvářet velmi husté porosty s počty až stovky tisíc jedinců na hektar. Takto zapojené porosty mohou zůstat stabilními až do sta let věku, později bývají nahrazovány druhy tolerantnějšími k zastínění. Díky své světlomilnosti a rychlému růstu v mládí dokáže ve věku dvaceti let dosahovat výšky až osmi metrů. Na rozdíl od ostatních druhů borovic, kořenový systém borovice pokroucené bývá velmi mělký, z tohoto důvodu jsou porosty s vysokým zastoupením borovice pokroucené velmi náchylné k vývrátům. Kmeny jsou rovné, válcovité, s tenkou borkou. Špatně se v porostech čistí, avšak větve bývají tenké a příliš nezhoršují kvalitu dřeva (Musil, 2002).

Tento druh je specifický téměř nulovou konkurenční schopností k ostatní vegetaci. Se svojí ekologickou amplitudou se řadí mezi nejvíce tolerantní druhy Severní Ameriky.

Roste na různých podkladech od horských hřbetů až po holé štěrk. Nejvíce prosperuje na vlhkých nepropustných půdách od hladiny moře až po výšky kolem 3500 m n. m.

Mezi nejrozšířenější škodlivé činitele v areálu přirozeného výskytu řadíme kůrovce *Dendroctonus ponderosae* a poloparazitický keř z rodu ochmetovitých. Tento keř snižuje schopnost růstu daného jedince a snižuje i kvalitu jeho dřeva, později dochází k odumření napadeného jedince. Dalšími škodlivými činiteli jsou požáry a škody spojené s vývraty.

Z hlediska upotřebitelnosti je dřevo borovice pokroucené velmi žádané. Nejen dřevozpracující průmysl, ale i ekologové a krajináři cení tento druh pro jeho výskyt na velmi chudých stanovištích, kde často bývá jediným druhem stromového patra. V České republice byla pokusně vysazována na antropogenně poškozených stanovištích a imisních holinách Krušných hor (Beran, 2018). Na těchto stanovištích dokázala jako jedna z mála druhů vytvořit kvalitní přípravný porost pro cílové dřeviny.

3 Metodika

3.1 Dendrometr EMS DRL26A

Pro praktickou část této diplomové práce byly využity dendrometry České výroby od firmy EMS Brno. Přírůstoměr s označením EMS DRL26A je dendrometr s digitálním odečtem, nastavitelným intervalem snímání a jednoduchou konstrukcí. Celé toto zařízení se skládá z nerezového pásu, kterým je přístroj připevněn ke kmeni a senzorem s nastavitelným intervalem snímání přírůstu. Nerezový pás zajišťuje vysokou stabilitu přístroje, jednoduchou instalaci a šetrnost ke kmeni. Klíčovou součástí přístroje je rotační senzor, který je schopen registrovat přírůsty kmene již v řádu milimetrů, tyto přírůsty jsou poté strádány v paměti dendrometru. Další složkou tohoto senzoru je též teploměr, jenž má schopnost zaznamenávat teplotu ve výšce, v níž je umístěn, tedy 1,3 metru nad zemí.

Konstrukce přístroje zajišťuje také dlouhou životnost. Pás je vyroben z nerezové oceli, která svou pevností brání přetržení a korozi. Plastové tělo senzoru odolává nepříznivým klimatickým vlivům.

Vlastnosti tohoto přístroje predikují jeho vhodnost pro využití při sledování dlouhodobého přírůstu, jedná se zejména o životnost lithiové baterie, která dosahuje až pěti let, možnost jednoduše získat z přístroje data za pomoci infraportu, tudíž bez nutnosti deinstalace přístroje z kmene. Dále pak k těmto vlastnostem patří konstrukce zařízení, jež nevyžaduje náročnou údržbu a již zmiňované šetrné přichycení senzoru ke stromu.

Přístroj je použitelný na dřeviny jehličnaté i listnaté s minimální tloušťkou vyšší než osm centimetrů a výškou 1,3 metru.

Pro komunikaci se senzorem využívá toto zařízení princip infračerveného datového přenosu, který se odehrává prostřednictvím IrDA-USB kabelu. Tento kabel je sestaven z infračerveného vysílače, magnetu a je zakončen USB portem se dvěma LED diodami, které vypovídají o navázání spojení. Vysílání, jehož zdrojem je počítač znázorňuje červená barva diody, zatímco vysílání pocházející ze senzoru znázorňuje dioda zelená.

Pro zpracování této diplomové práce byl dendrometr nastaven na hodinový interval snímání s přesností na milimetry. Základním umístěním bylo připevnění na kmen pomocí nerezového pásu ve výšce 1,3 metru nad zemí.



Obrázek 2: Instalovaný dendrometr DRL26A na borovici pokroucené

Zdroj: Vlastní pořízení



Obrázek 3: Instalovaný dendrometr DRL26A na borovici vejmutovce

Zdroj: Vlastní pořízení

3.1.1 Data z meteostanice

Hodnoty veličin vypovídajících o klimatu byly zaznamenávány meteostanicí umístěnou v areálu arboreta. Za nejvýznamnější data pro zpracování této diplomové práce jsme považovali teplotu vzduchu ve výšce jednoho metru nad zemí, vlhkost půdy a teplotu půdy.

Pro zpracování této diplomové práce byla meteostanice nastavena na snímání v hodinovém intervalu.



Obrázek 4: Meteostanice v areálu Arboreta FLD v Kostelci nad Černými lesy

Zdroj: Vlastní pořízení

3.1.2 Zpracování dat

Data bylo po přenosu do počítače nutno dále zpracovávat ve vhodném počítačovém programu. Pro naše účely byl nejvhodnějším programem EMS Mini32 disponující dvěma základními funkcemi, a to nastavení dendrometru a manipulace, které následuje zpracování dat. Program ovládá mnohé datové operace usnadňující manipulaci s daty a jejich vyhodnocování. Těmi nejdůležitějšími jsou export dat do textových souborů, export dat do programu MS Excel, práce s vybranými proměnnými v různých časových obdobích a vykreslení jejich grafů, následný tisk takto vytvořených grafů, základní regresní a statická analýza.

Vyexportovaná data z dendrometrů pomocí programu EMS Mini32 byla dále zpracovávána v programu MS Excel. Zde došlo k synchronizaci dat pocházejících z dendrometrů a dat pocházejících z meteostanice. V dalším kroku byla data zpracována do grafů pro přehledné zhodnocení získaných výsledků.

3.1.3 Korelační analýza

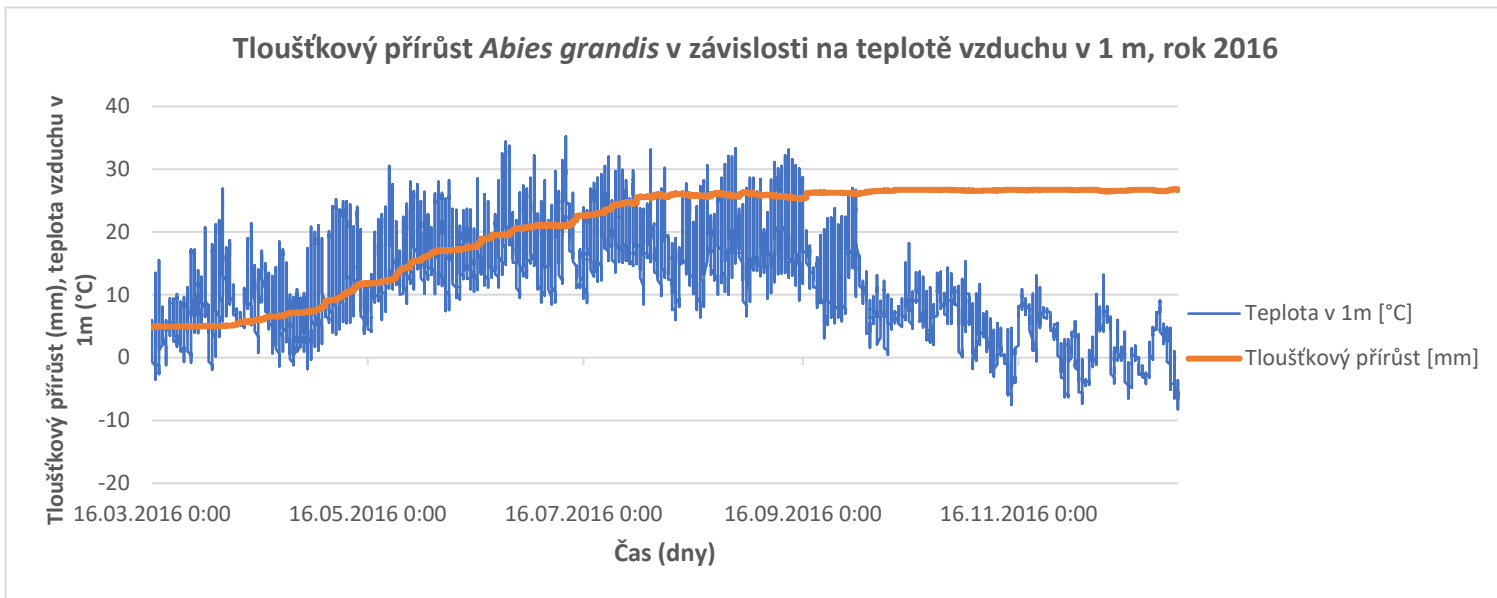
Korelační analýza byla zpracována v programu MS Excel. Data z jednotlivých let byla uspořádána v chronologickém pořadí a pomocí funkce analýza dat podrobena korelační analýze. Výsledné koeficienty byly uspořádány do přehledné tabulky v pořadí, jak jsou uvedeny v této práci.

4 Výsledky

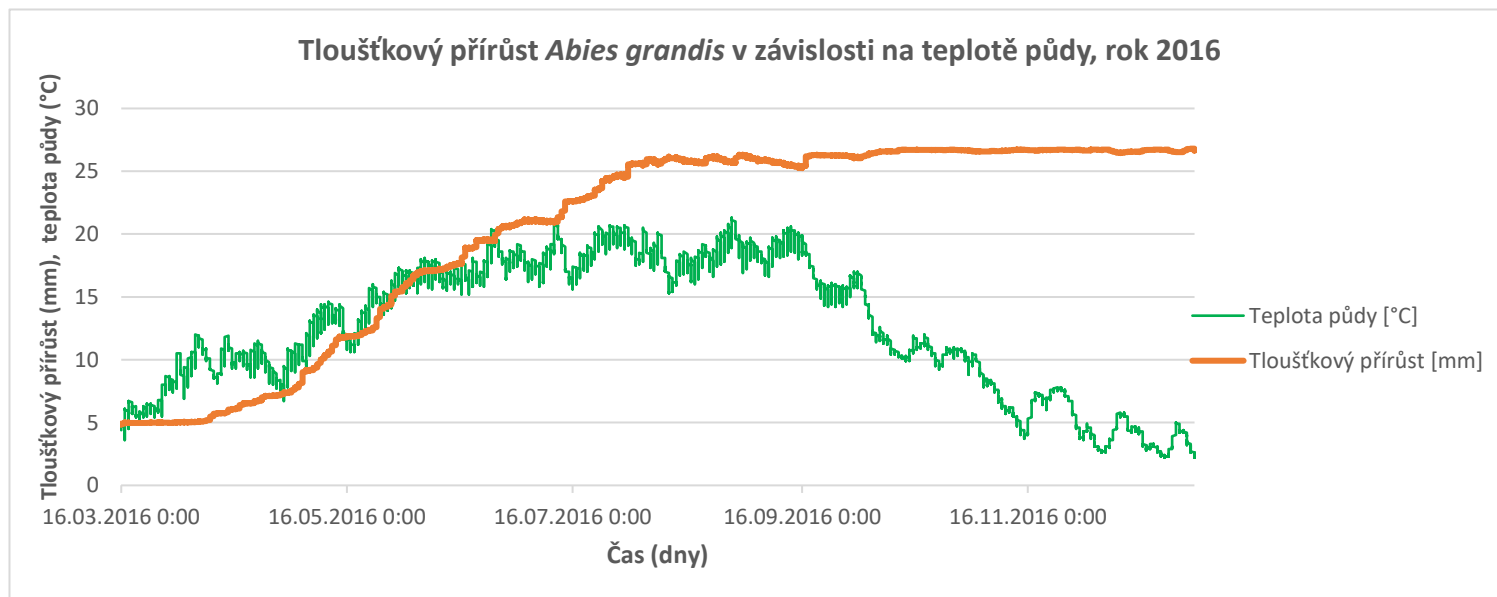
Získaná data byla zpracovávána v programu EMS Mini32 pro období od roku 2016 do roku 2020, pro přehlednost byla data analyzována za jednotlivé kalendářní roky. Zkoumanými dřevinami byly: jedle obrovská (*Abies grandis*), smrk sitka (*Picea sitchensis*), douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii*), borovice vejmutovka (*Pinus peuce*) a borovice pokroucená (*Pinus contorta*). Hodnocenými klimatickými vlivy byly teplota vzduchu v 1 m, teplota půdy a vlhkost půdy.

4.1 Hodnocení sezónního přírůstu u *Abies grandis*

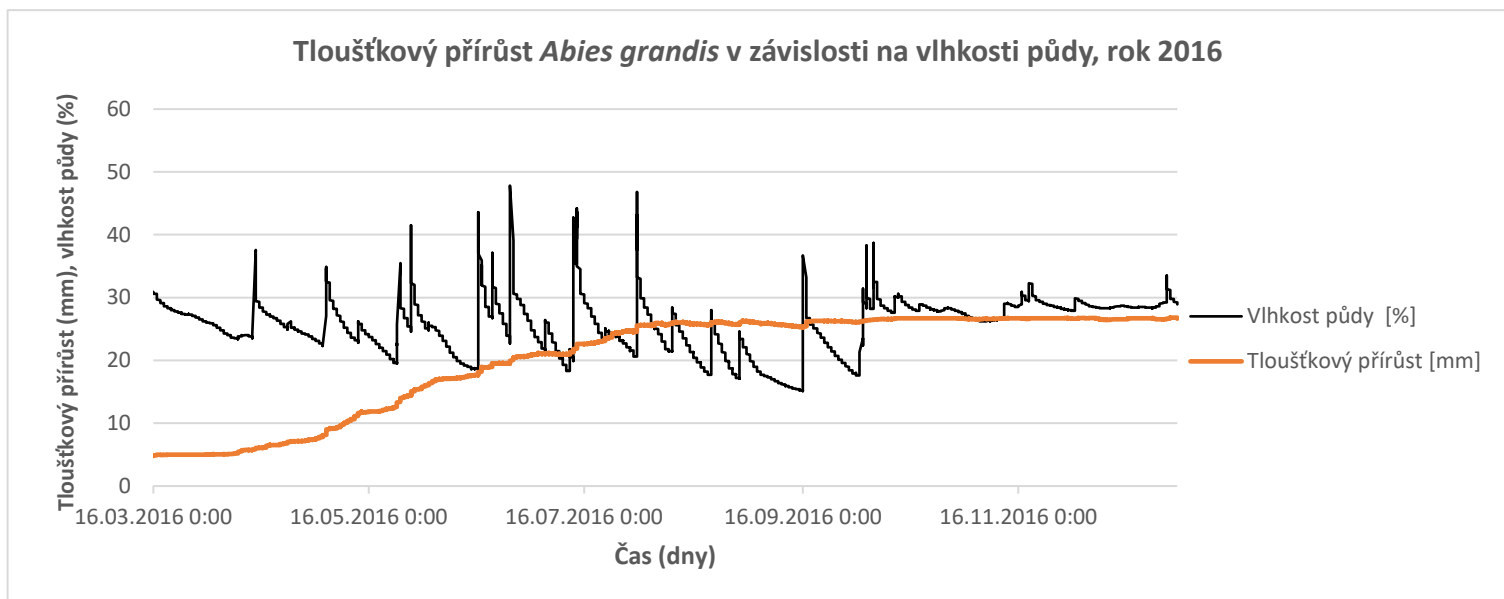
4.1.1 Rok 2016



Graf 1: Závislost tloušťkového přírůstu *Abies grandis* na teplotě vzduchu v 1 m



Graf 2: Závislost tloušťkového přírůstu *Abies grandis* na teplotě půdy



Graf 3: Závislost tloušťkového přírůstu *Abies grandis* na vlhkosti půdy

Tabulka 1: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u *Abies grandis*

2016	<i>Abies grandis</i>
Počátek přírůstu	07.04.2016
Kulminace přírůstu	07.08.2016
Konec přírůstu	19.09.2016
Přírůst běžný roční (mm)	21,98

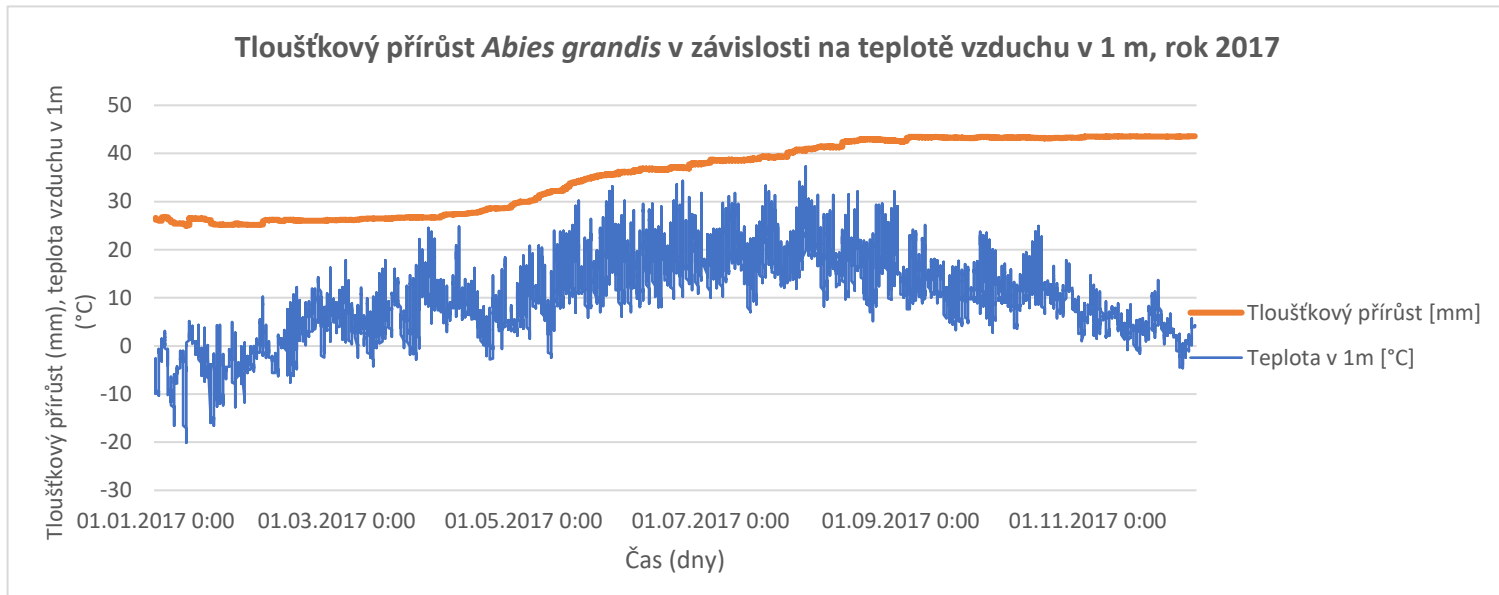
Průběh tloušťkového přírůstu v roce 2016 můžeme sledovat na grafech č. 1, 2 a 3. Z těchto grafů je zřejmé, že největší vliv na hodnotu tloušťkového přírůstu měla teplota půdy a vlhkost půdy.

Počátek tloušťkového přírůstu v tomto roce byl stanoven na 7. 4. 2016, v tomto období začal dendrometr zaznamenávat výraznější změny v tloušťkovém přírůstu. Na počátek přirůstání měla největší vliv teplota půdy. V okamžiku, kdy teplota půdy dosáhla hodnoty kolem 10 °C (graf č. 2), zahájila jedle obrovská svůj tloušťkový přírůst.

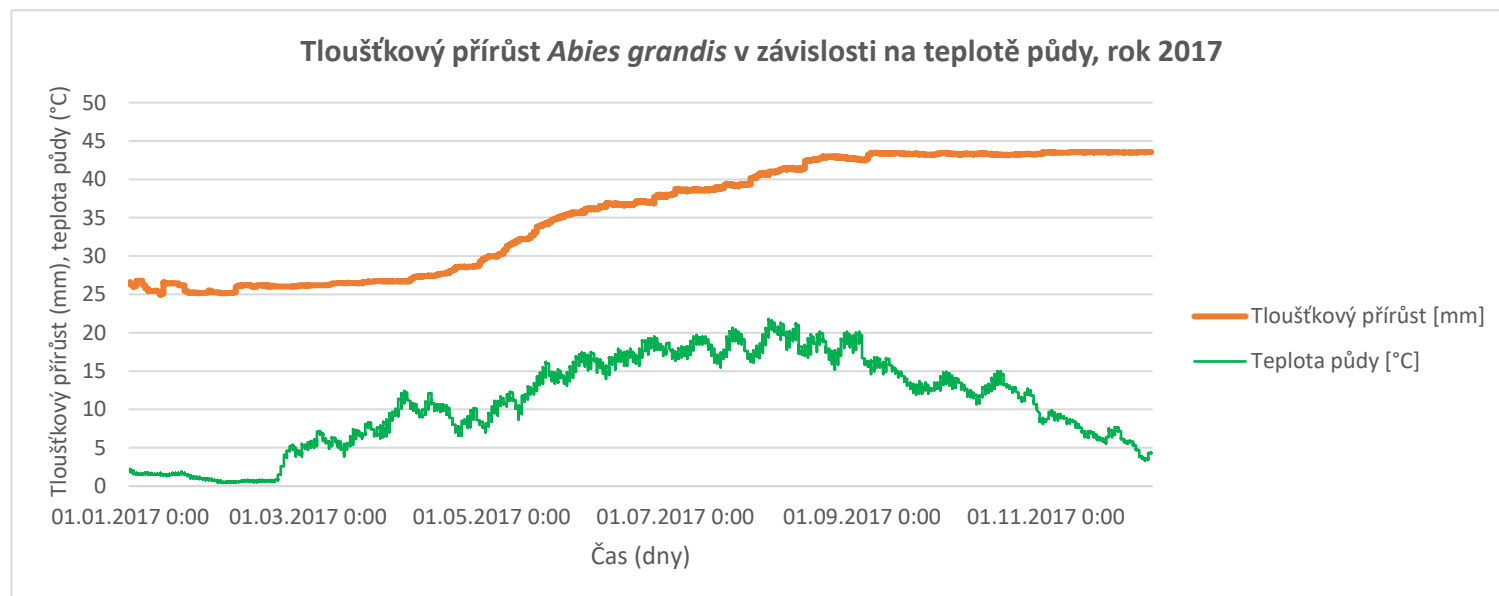
Naopak konec tloušťkového přírůstu byl stanoven na 19. 9. 2016. Na ukončení přirůstání má opět vliv teplota půdy, která v tomto období klesla pod 15 °C. Ve spojitosti s teplotou půdy ovlivňuje ukončení tloušťkového přírůstu i vlhkost půdy a teplota vzduchu, u obou těchto veličin jsme zaznamenali ve stanoveném období velký propad v jejich hodnotách (graf č. 1, 2 a 3).

Jedle obrovská v roce 2016 dosáhla velmi vysoké hodnoty tloušťkového přírůstu, a to 21,98 mm. Na takto vysokou hodnotu přírůstu měla hlavní vliv teplota půdy, která dosáhla maximálních hodnot mezi 20 a 25 °C.

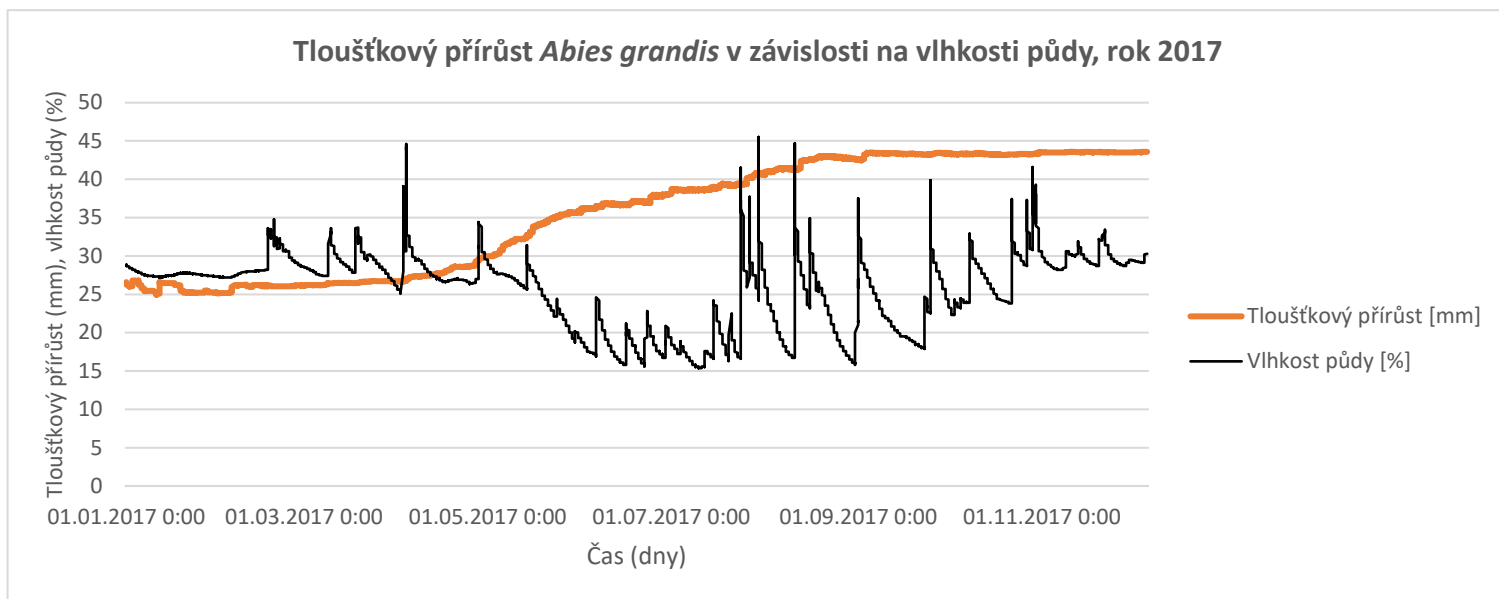
4.1.2 Rok 2017



Graf 4: Závislost tloušťkového přírůstu *Abies grandis* na teplotě vzduchu v 1 m



Graf 5: Závislost tloušťkového přírůstu *Abies grandis* na teplotě půdy



Graf 6: Závislost tloušťkového přírůstu *Abies grandis* na vlhkosti půdy

Tabulka 2: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u *Abies grandis*

2017	<i>Abies grandis</i>
Počátek přírůstu	29.03.2017
Kulminace přírůstu	16.08.2017
Konec přírůstu	10.09.2017
Přírůst běžný roční (mm)	17,23

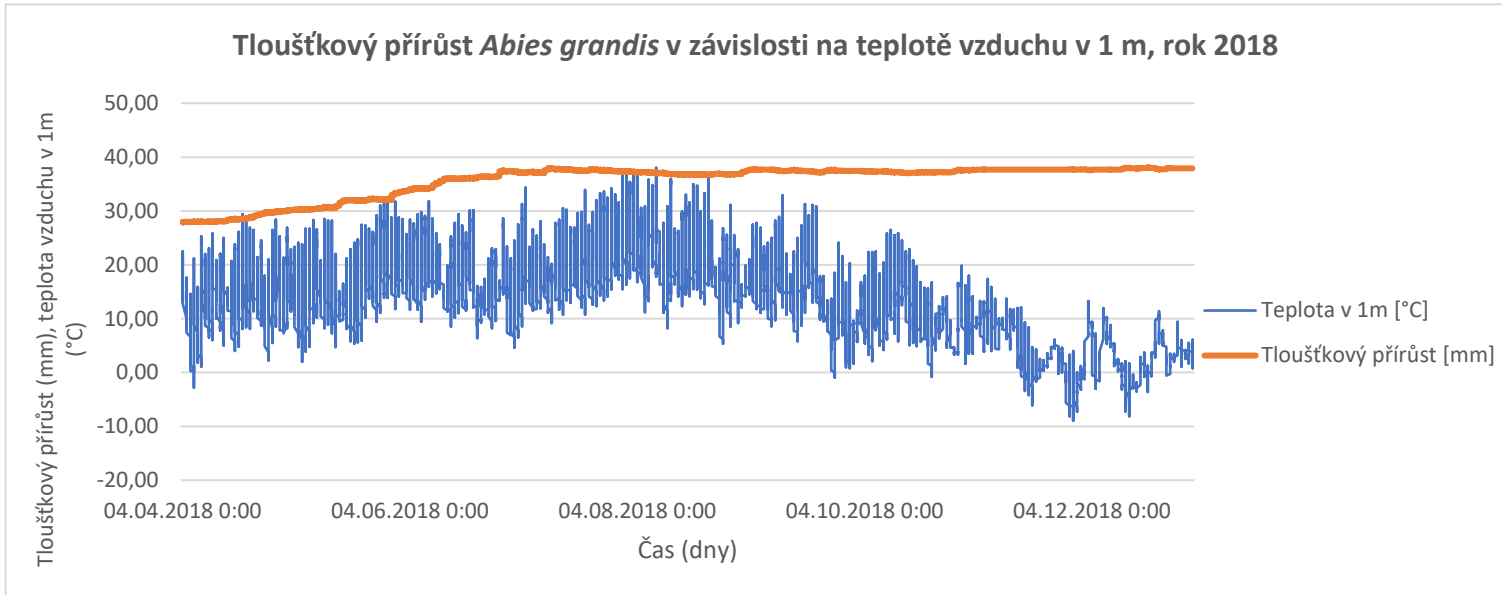
V roce 2017 byl počátek přírůstu stanoven dle grafu č. 6 na 29. 3. 2017, kdy iniciace růstu v tomto roce opět souvisela s teplotou půdy. V okamžiku, kdy se teplota půdy pohybovala kolem 10 °C, zahájila jedle obrovská svůj tloušťkový přírůst. S počátkem přírůstu v tomto roce souvisela i vlhkost půdy, která se kolísavě pohybovala okolo hodnoty 35 %.

Největšího vlivu vlhkosti půdy na hodnotu tloušťkového přírůstu můžeme pozorovat v grafu č. 6, a to v období od 29. 5. 2017 do 24. 7. 2017. V tomto období došlo k vysokému poklesu vlhkosti půdy, její hodnota se pohybovala mezi 15 a 20 %. Jedle obrovská na pokles této hodnoty reagovala zmenšením hodnoty přírůstu. Opětovný nárůst je zřejmý z grafu č. 6, kdy vlhkost půdy vzrostla na hodnotu kolem 30 %.

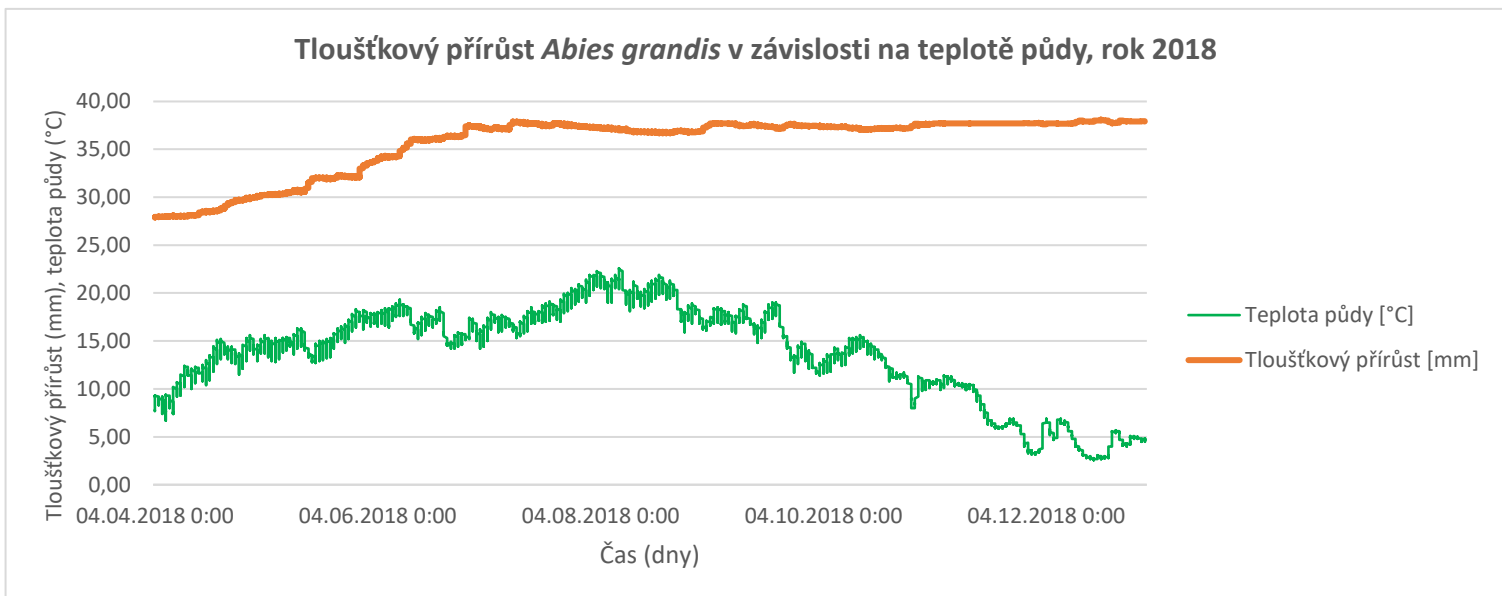
Konec přírůstu byl stanoven na 10. 9. 2017. V tomto období jsme zaznamenali pokles všech tří sledovaných klimatických veličin (graf č. 4, 5 a 6), a to teploty půdy, vlhkosti půdy i teploty vzduchu.

Hodnota tloušťkového přírůstu v tomto roce dosáhla 17,23 mm. V porovnání s rokem 2016 jsme zaznamenali pokles hodnoty tloušťkového přírůstu o 18 %.

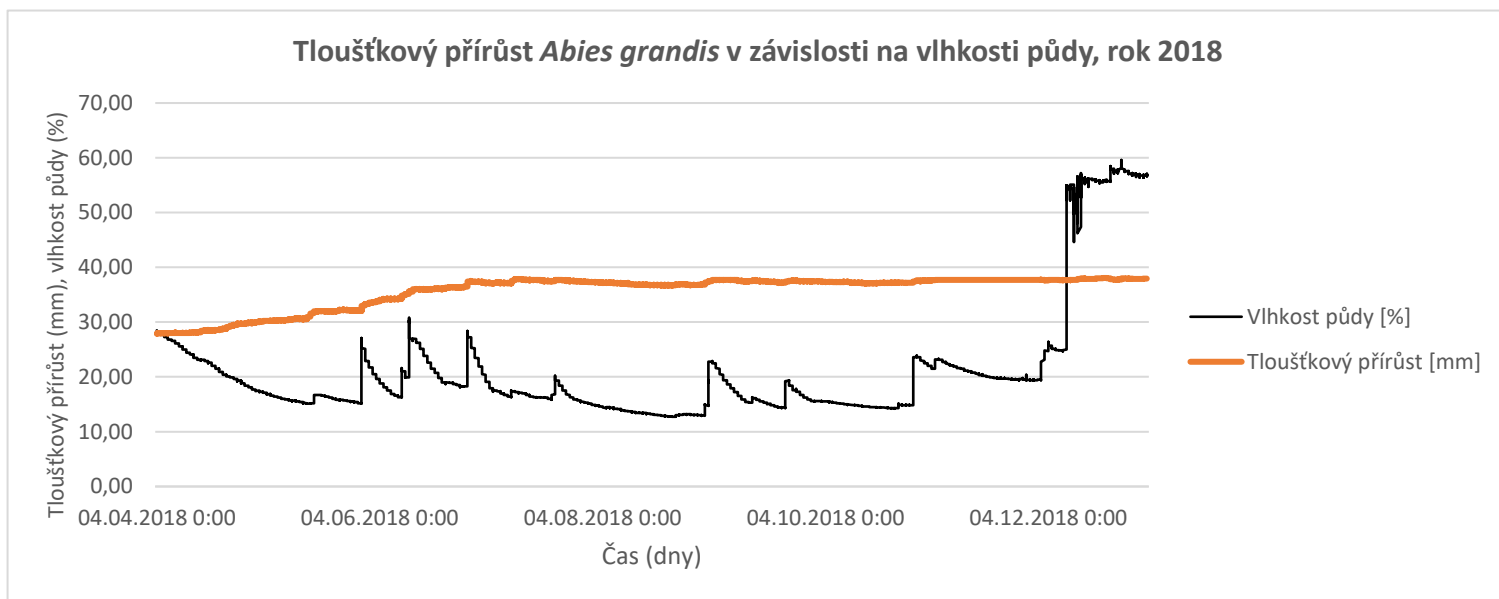
4.1.3 Rok 2018



Graf 7: Závislost tloušťkového přírůstu *Abies grandis* na teplotě vzduchu v 1 m



Graf 8: Závislost tloušťkového přírůstu *Abies grandis* na teplotě půdy



Graf 9: Závislost tloušťkového přírůstu *Abies grandis* na vlhkosti půdy

Tabulka 3: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u *Abies grandis*

2018	<i>Abies grandis</i>
Počátek přírůstu	10.04.2018
Kulminace přírůstu	25.07.2018
Konec přírůstu	05.11.2018
Přírůst běžný roční (mm)	9,82

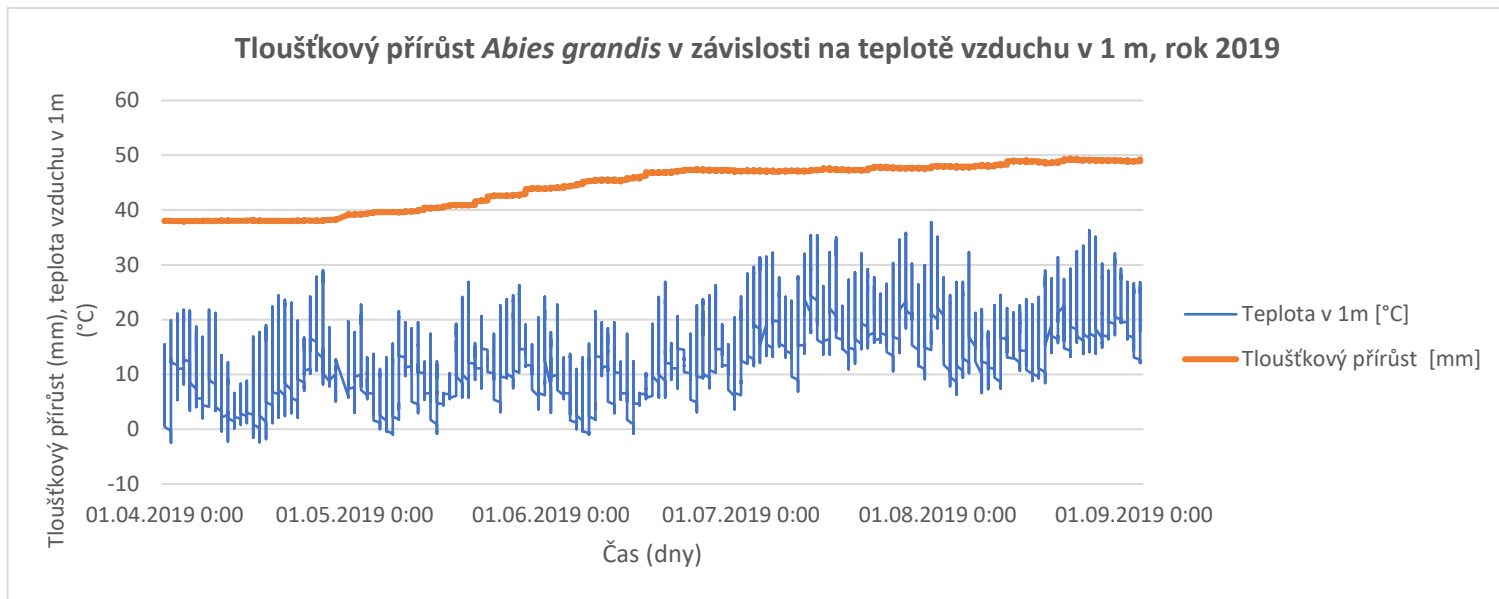
Počátek přírůstu v roce 2018 byl stanoven na 10. 4. 2018. Z grafu č. 8 vyplývá, že počátek tloušťkového přírůstu je ovlivněn teplotou půdy. V tomto období jsme zaznamenali hodnotu teploty půdy pohybující se kolem 10 °C.

V roce 2018 byl vzrůst hodnot tloušťkového přírůstu poněkud pomalejší. Hlavním důvodem byl pokles vlhkosti půdy pod 20 % (graf č. 9). Kulminace tloušťkového přírůstu byla zaznamenána 25. 7. 2018.

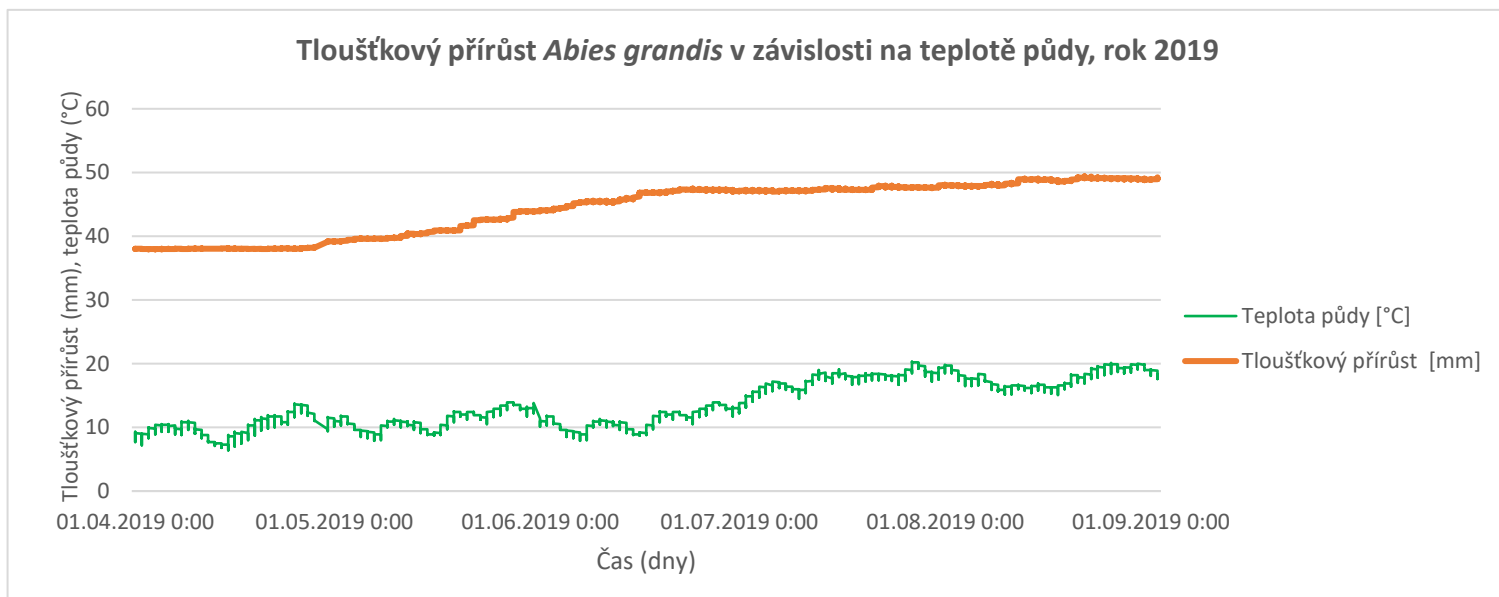
Konec tloušťkového přírůstu byl stanoven na 5. 11. 2018. Hlavním důvodem ukončení tloušťkového přírůstu byly nízké hodnoty vlhkosti půdy a poměrně nízké hodnoty teploty půdy.

V roce 2018 byl zaznamenán tloušťkový přírůst 9,82 mm. V porovnání s předchozími analyzovanými roky se jednalo o propad hodnoty tloušťkového přírůstu zhruba o 50 %.

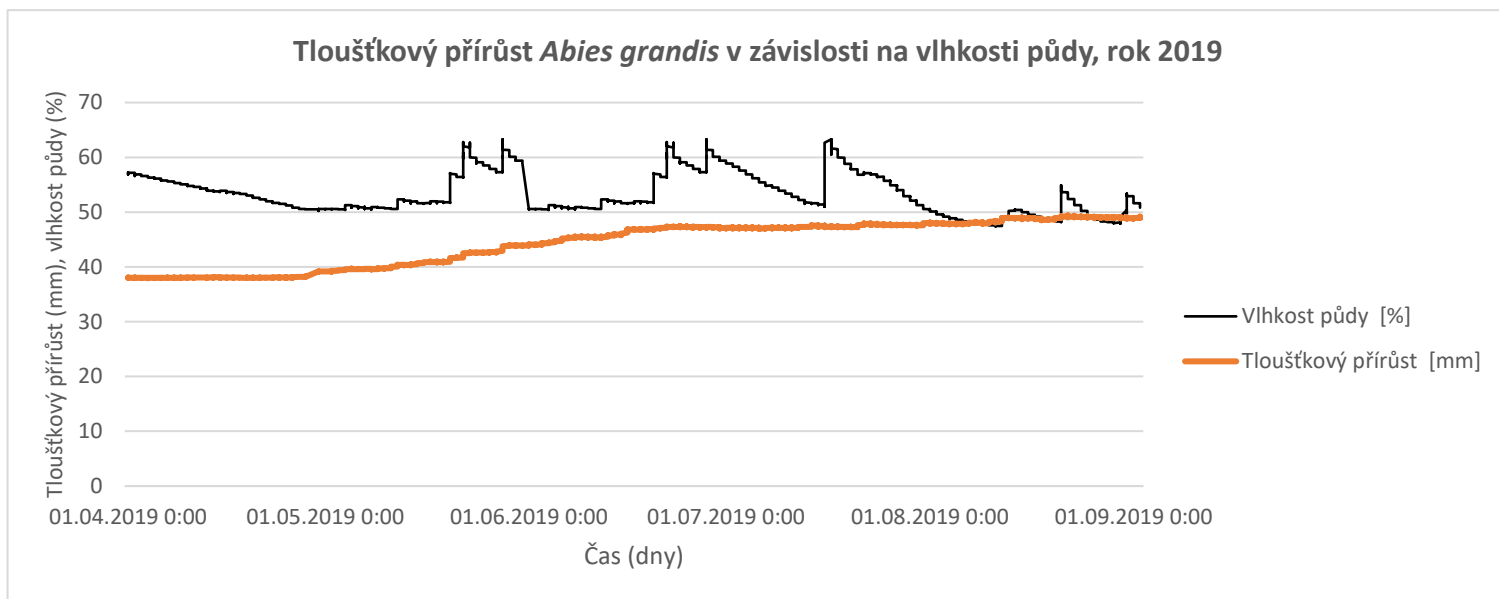
4.1.4 Rok 2019



Graf 10: Závislost tloušťkového přírůstu *Abies grandis* na teplotě vzduchu v 1 m



Graf 11: Závislost tloušťkového přírůstu *Abies grandis* na teplotě půdy



Graf 12: Závislost tloušťkového přírůstu *Abies grandis* na vlhkosti půdy

Tabulka 4: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u *Abies grandis*

2019	<i>Abies grandis</i>
Počátek přírůstu	27.04.2019
Kulminace přírůstu	25.06.2020
Konec přírůstu	02.09.2020
Přírůst běžný roční (mm)	11,47

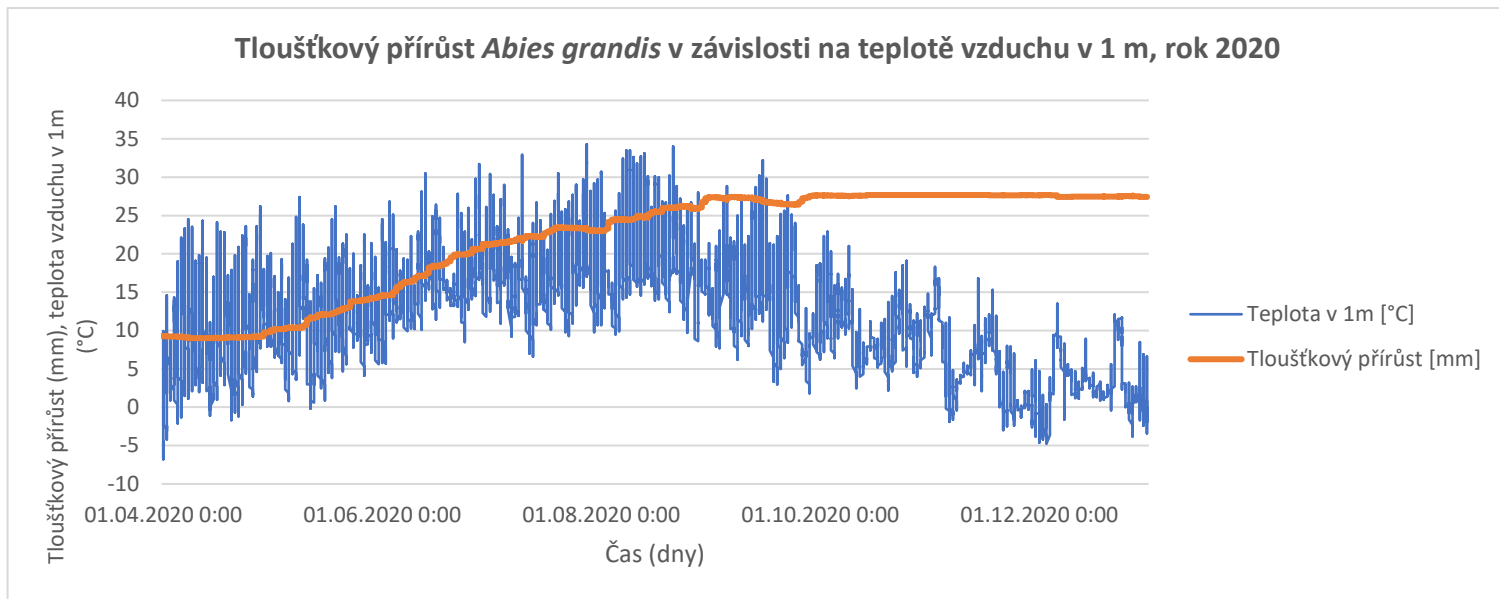
V roce 2019 byl stanoven počátek přírůstu na 27. 4. 2019. V porovnání s předchozími roky jde o značný posun v započítání přírůstové aktivity. Vliv na tento posun měla zejména teplota půdy, která v tomto období kolísala mezi 6 a 11 °C (graf č. 11).

Kulminace přírůstu byla stanovena dle grafu č. 11 na 25. 6. 2019, v tomto období došlo k ustálení přírůstové křivky.

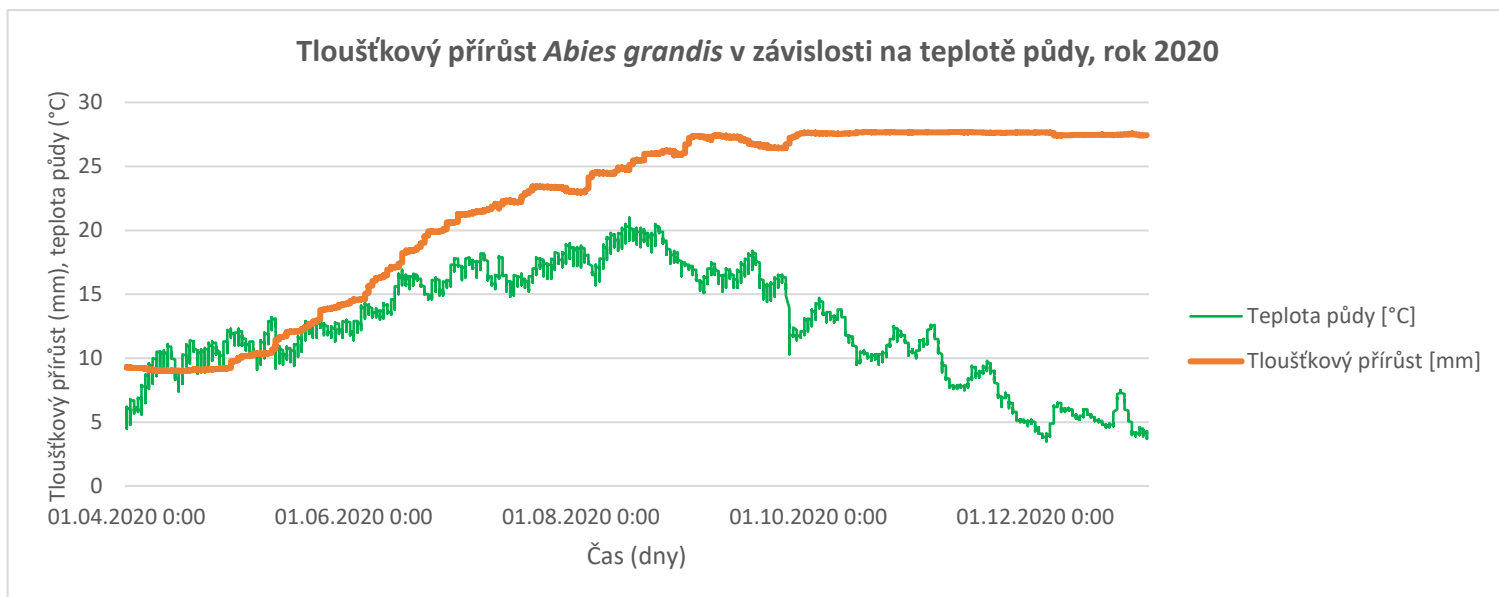
Konec tloušťkového přírůstu byl zaznamenán 2. 9. 2019, po tomto datu již nedošlo k větším změnám v hodnotách tloušťkového přírůstu.

V roce 2019 dosáhla jedle obrovská tloušťkového přírůstu 11,47 mm.

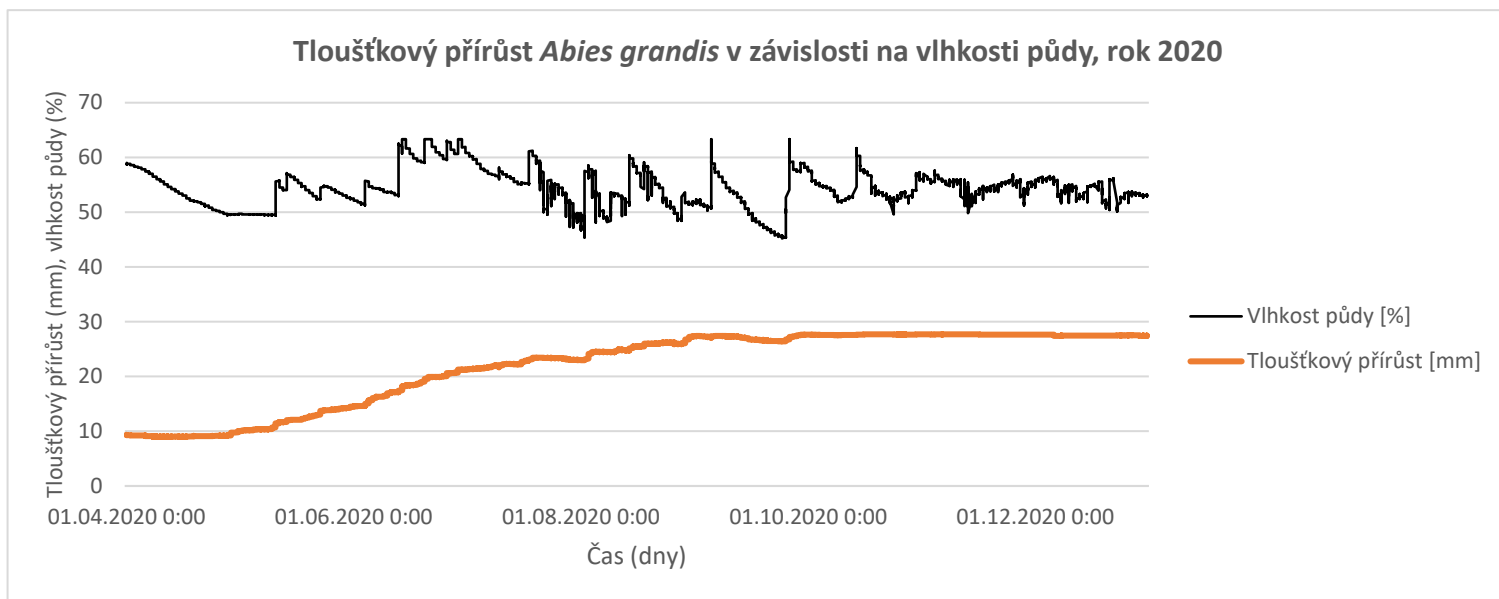
4.1.5 Rok 2020



Graf 13: Závislost tloušťkového přírůstu *Abies grandis* na teplotě vzduchu v 1 m



Graf 14: Závislost tloušťkového přírůstu *Abies grandis* na teplotě půdy



Graf 15: Závislost tloušťkového přírůstu *Abies grandis* na vlhkosti půdy

Tabulka 5: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u *Abies grandis*

2020	<i>Abies grandis</i>
Počátek přírůstu	29.04.2020
Kulminace přírůstu	07.09.2020
Konec přírůstu	01.10.2020
Přírůst běžný roční (mm)	18,4

V roce 2020 došlo k započetí tloušťkového přírůstání 29. 4. 2020. V tomto období došlo k vzrůstu hodnot teploty vzduchu a teploty půdy (graf č. 13 a 14). Jedle obrovská velmi výrazně reaguje na tyto dvě klimatické veličiny v souvislosti s počátkem přírůstu.

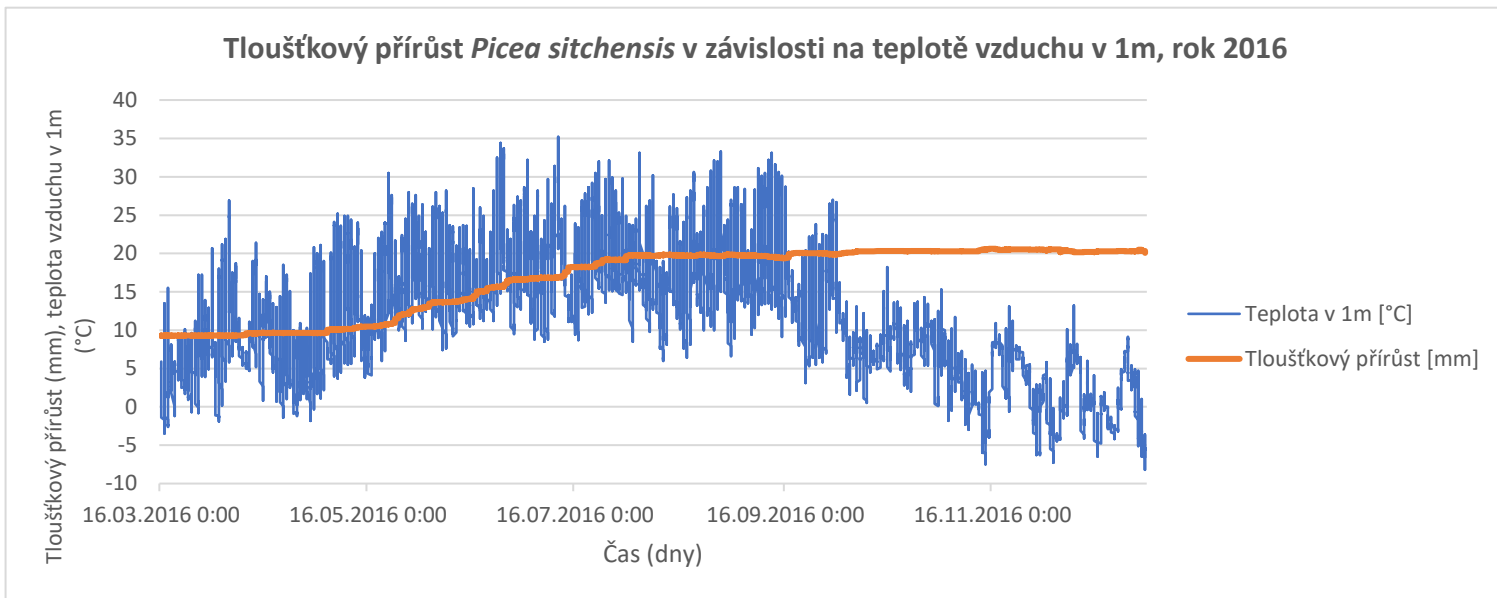
Z výsledků měření vyplývá, že kulminace tloušťkového přírůstu nastala 7. 9. 2020. V tomto období došlo k ustálení hodnot tloušťkového přírůstu.

Úplný konec v přírůstání byl stanoven na 1. 10. 2020. Po tomto datu se hodnota tloušťkového přírůstu již neměnila.

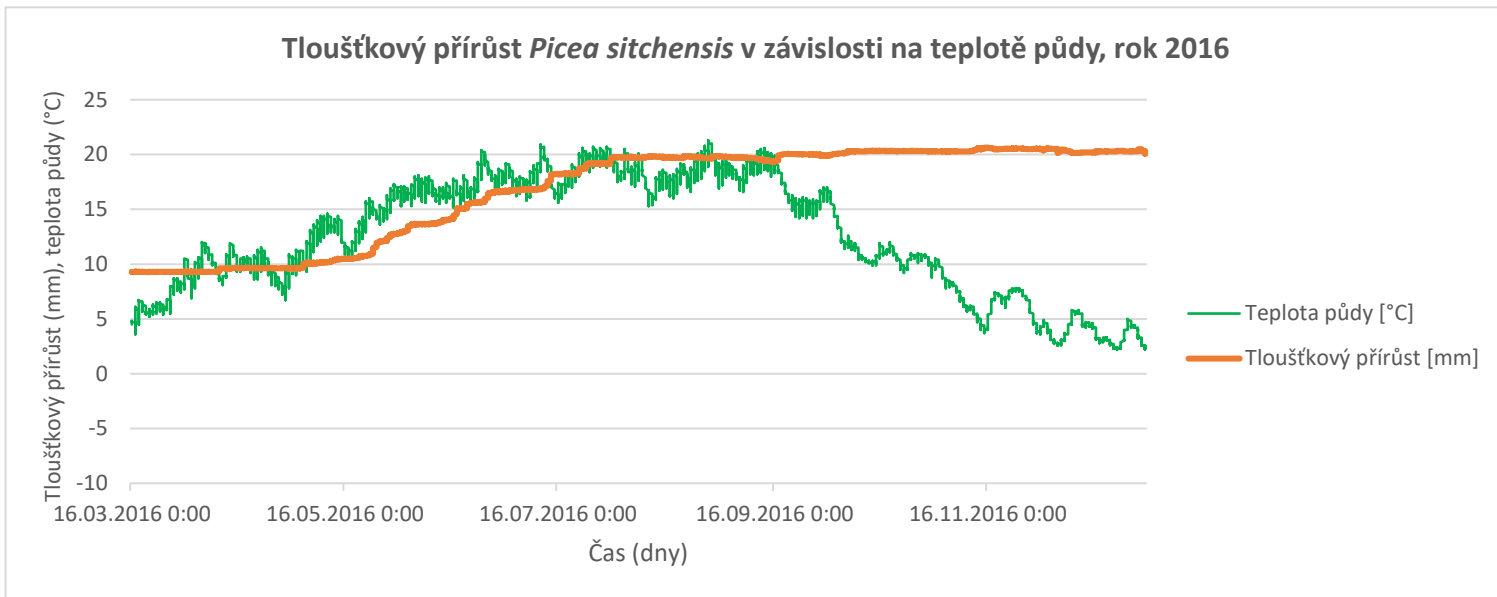
Celková hodnota tloušťkového přírůstu v roce 2020 činila 18,4 mm.

4.2 Hodnocení sezónního přírůstu u *Picea sitchensis*

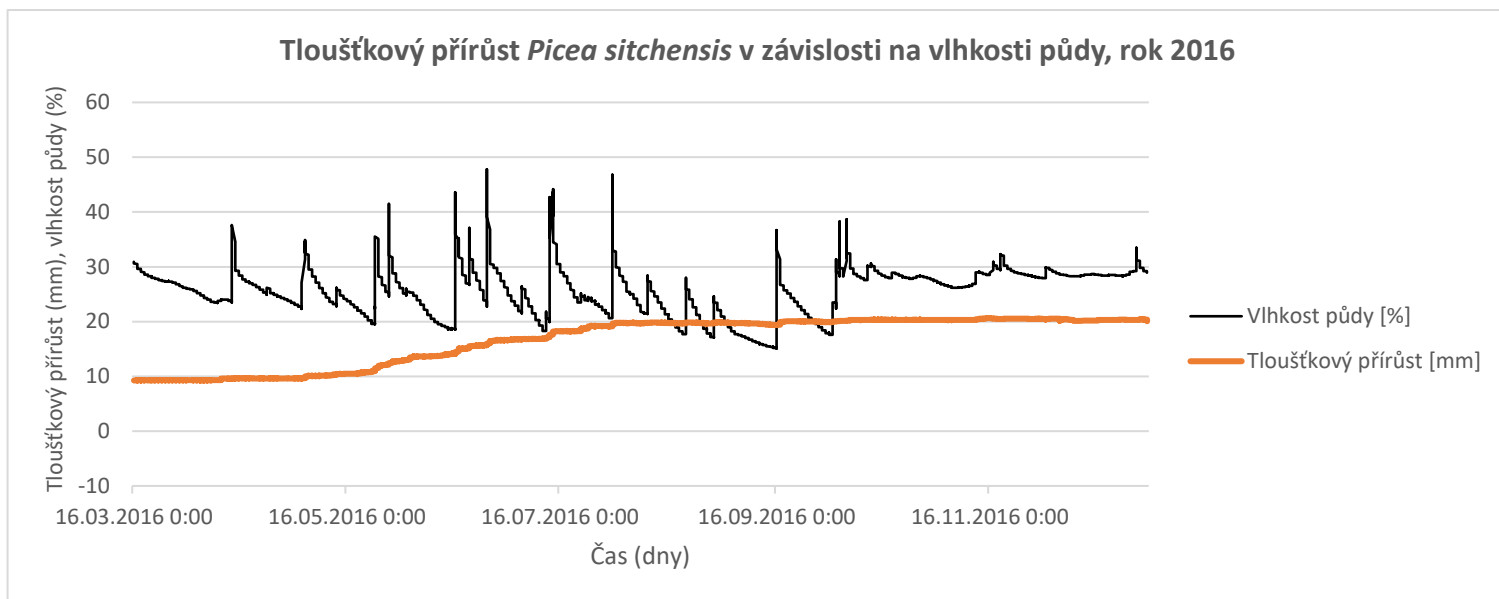
4.2.1 Rok 2016



Graf 16: Závislost tloušťkového přírůstu *Picea sitchensis* na teplotě vzduchu v 1 m



Graf 17: Závislost tloušťkového přírůstu *Picea sitchensis* na teplotě půdy



Graf 18: Závislost tloušťkového přírůstu *Picea sitchensis* na vlhkosti půdy

Tabulka 6: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u *Picea sitchensis*

2016	<i>Picea sitchensis</i>
Počátek přírůstu	10.04.2016
Kulminace přírůstu	03.08.2016
Konec přírůstu	07.10.2016
Přírůst běžný roční (mm)	11,38

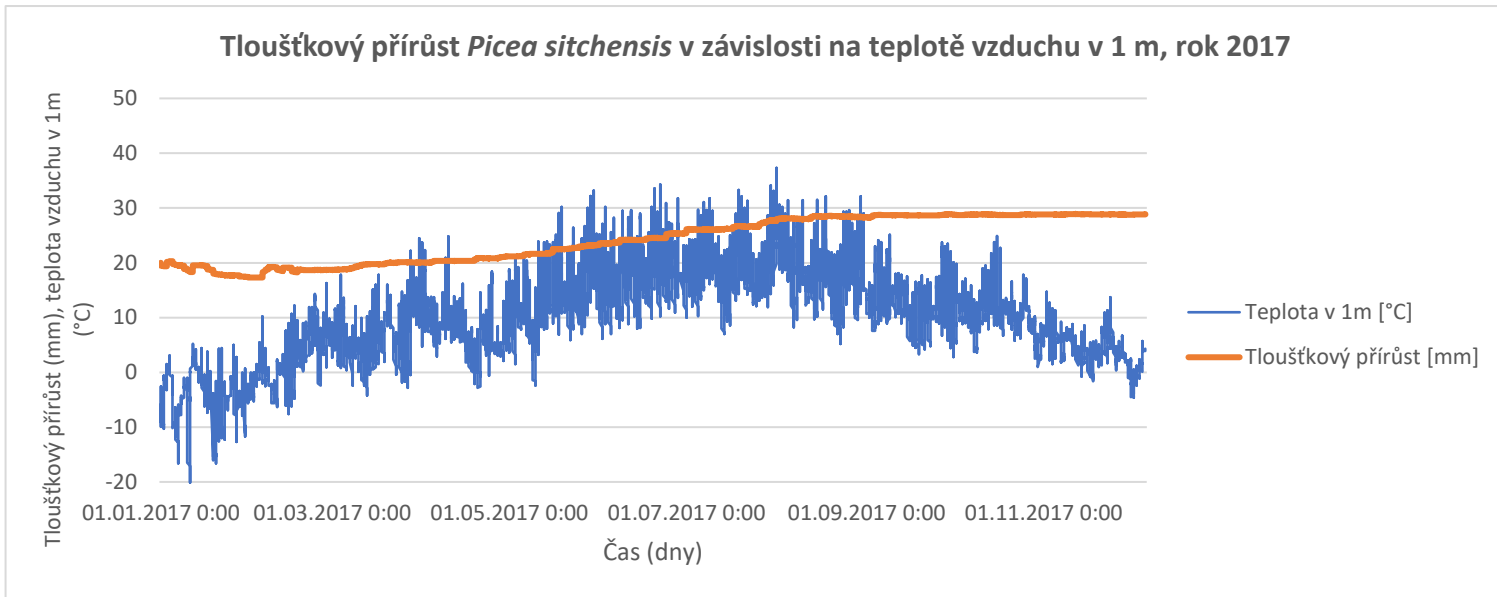
Z grafů č. 16, 17 a 18 vyplývá, že tloušťkový přírůst *Picea sitchensis* byl v roce 2016 zahájen 10. 4. 2016. Z grafů je zřejmé, že začátkem vegetačního období smrk sitka pozitivně reaguje na všechny tři sledované klimatické vlivy.

Kulminace přírůstu byla stanovena na 3. 8. 2016. V tomto období křivka tloušťkového přírůstu dosáhla svého vrcholu a poté se již výrazně neměnila. Největší vliv na kulminaci měla vlhkost půdy (graf č. 18), která v tomto období klesla pod hodnotu 20 %.

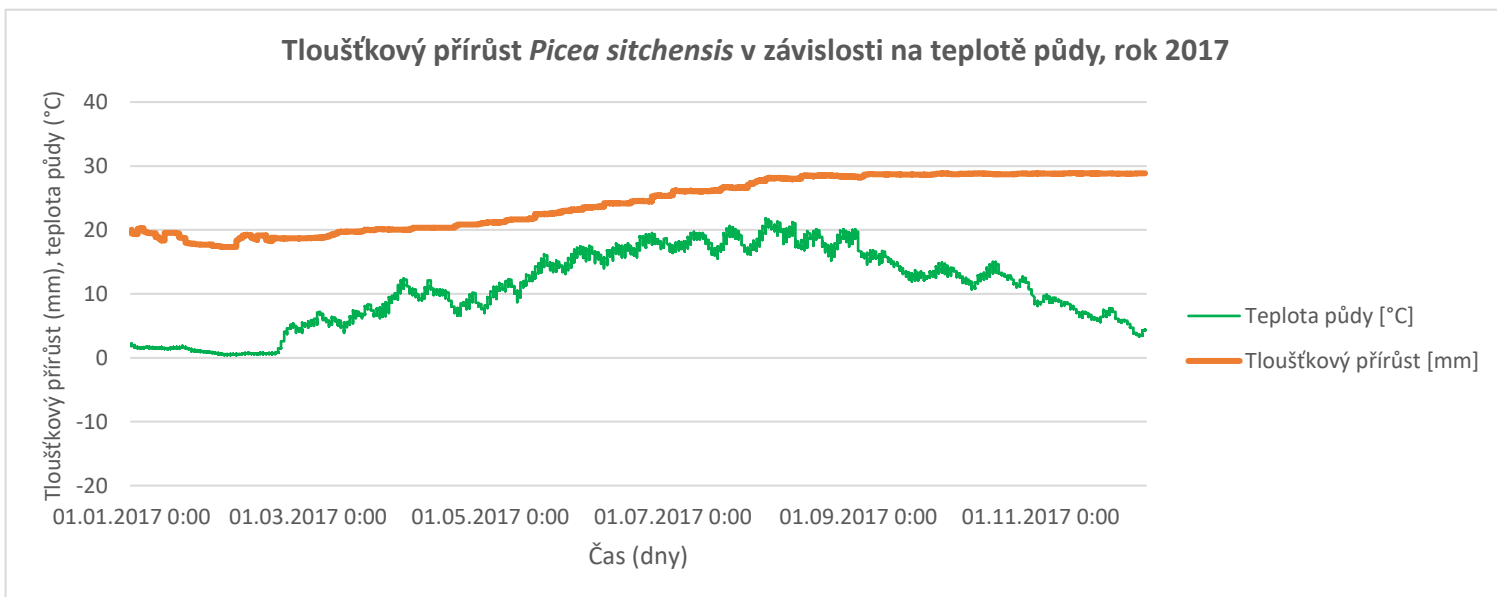
Konec tloušťkového přírůstu byl stanoven na 7. 10. 2016, po tomto datu se již křivka hodnot tloušťkového přírůstu výrazněji neměnila.

Celkový přírůst *Picea sitchensis* za rok 2016 činil 11,38 mm.

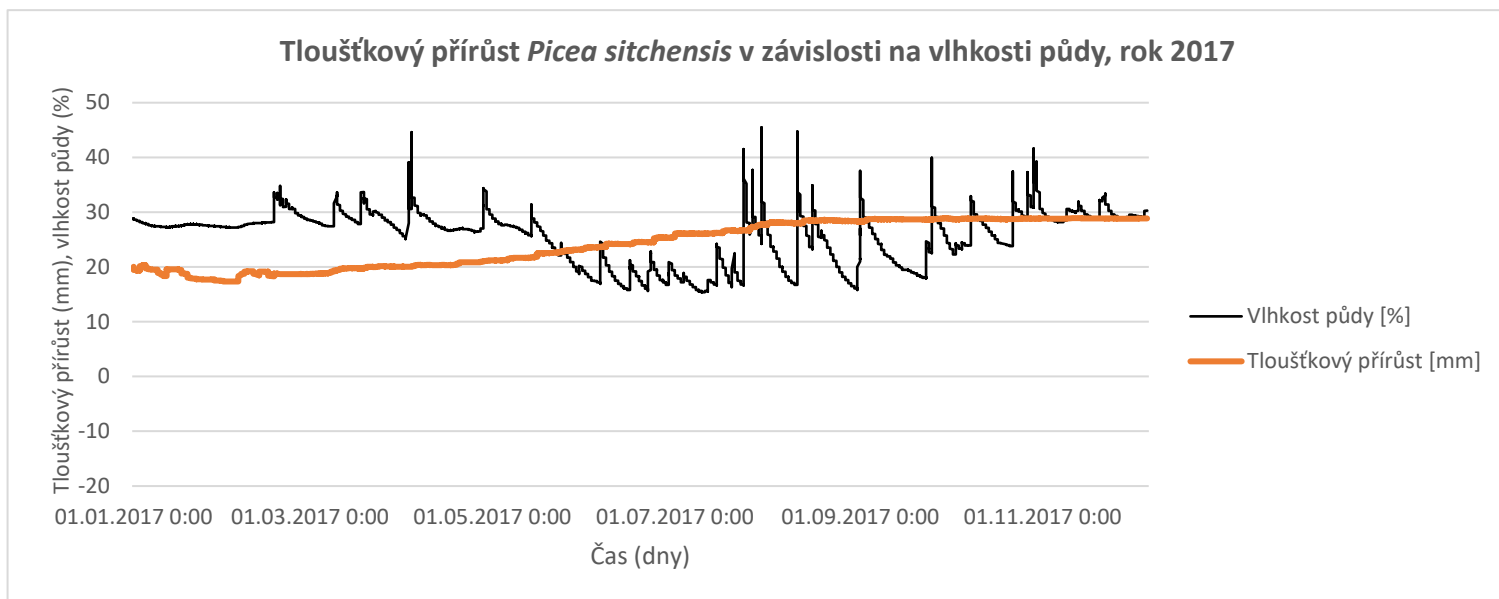
4.2.2 Rok 2017



Graf 19: Závislost tloušťkového přírůstu *Picea sitchensis* na teplotě vzduchu v 1 m



Graf 20: Závislost tloušťkového přírůstu *Picea sitchensis* na teplotě půdy



Graf 21: Závislost tloušťkového přírůstu *Picea sitchensis* na vlhkosti půdy

Tabulka 7: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u *Picea sitchensis*

2017	<i>Picea sitchensis</i>
Počátek přírůstu	08.03.2017
Kulminace přírůstu	05.08.2017
Konec přírůstu	05.09.2017
Přírůst běžný roční (mm)	11,59

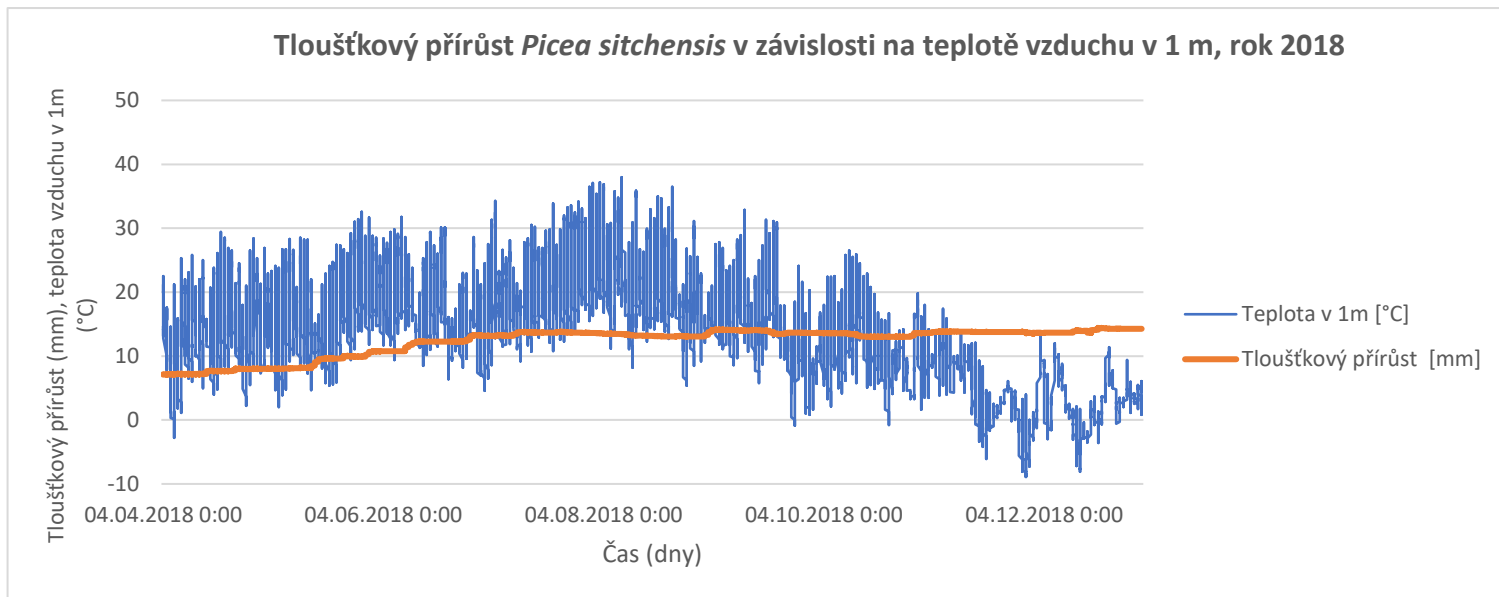
V roce 2017 jsme zaznamenali první změny v tloušťkovém přírůstu již 8. 3. 2017. V tomto období začala křivka tloušťkového přírůstu pozvolně vzrůstat. Vliv na takto časné změny mají všechny tři klimatické vlivy, vzrůstající tendence teplot vzduchu, ohřívající se půda i dostatečná vlhkost půdy.

Z výsledků vyplývá, že kulminace tloušťkového přírůstu nastala na začátku srpna, a to konkrétně 5. 8. 2017.

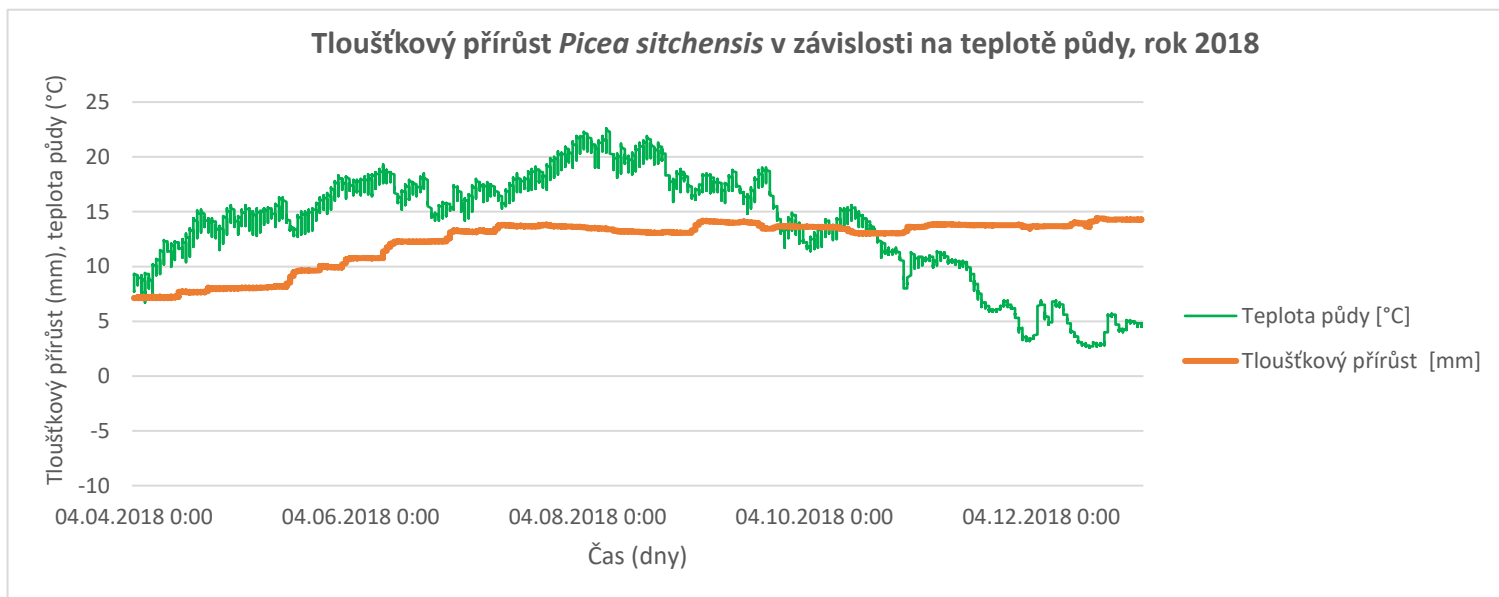
Konec přírůstu byl stanoven na 5. 9. 2017. Smrk sitka reagoval na pokles hodnot vlhkosti půdy a teploty půdy zastavením svého tloušťkového přírůstu (graf č. 20 a 21). V tomto období meteorostanice zaznamenala výrazný propad ve vlhkosti půdy, a to z hodnoty 36,3 % na hodnotu 17,3 % (graf č. 21). Také u teploty půdy jsme zaznamenali výrazný pokles hodnot, konkrétně z 18,7 °C na 14,6 °C (graf č. 20).

U *Picea sitchensis* jsme za rok 2017 zaznamenali tloušťkový přírůst 11,59 mm.

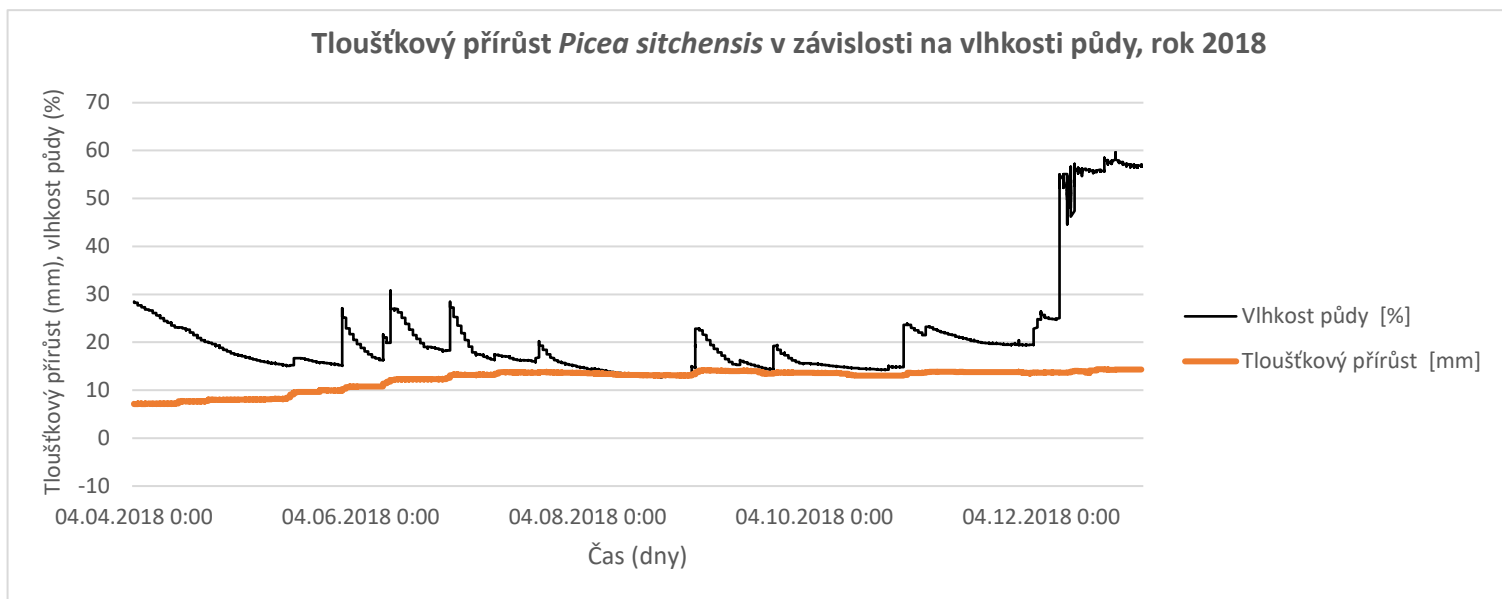
4.2.3 Rok 2018



Graf 22: Závislost tloušťkového přírůstu *Picea sitchensis* na teplotě vzduchu v 1 m



Graf 23: Závislost tloušťkového přírůstu *Picea sitchensis* na teplotě půdy



Graf 24: Závislost tloušťkového přírůstu *Picea sitchensis* na vlhkosti půdy

Tabulka 8: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u *Picea sitchensis*

2018	<i>Picea sitchensis</i>
Počátek přírůstu	16.04.2018
Kulminace přírůstu	14.07.2018
Konec přírůstu	07.11.2018
Přírůst běžný roční (mm)	7,3

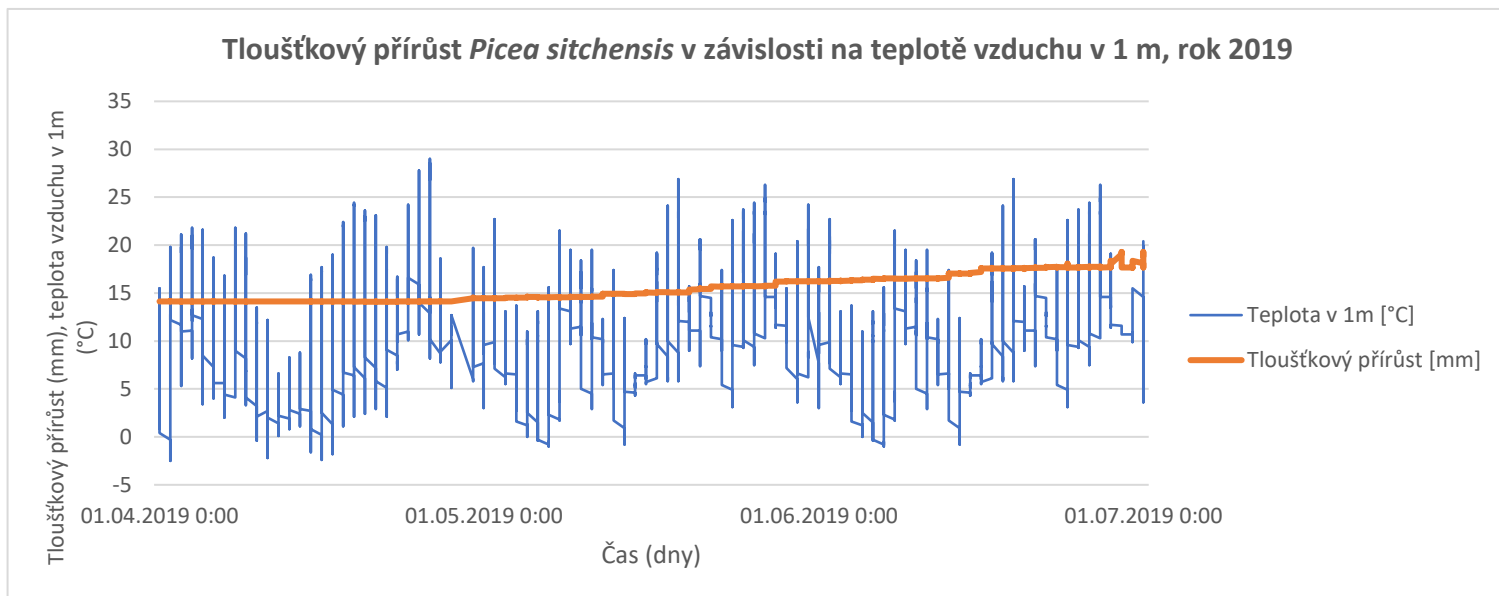
V roce 2018 jsme zaznamenali první změny spojené s tloušťkovým přírůstem 16. 4. 2018. Hlavní vliv na změny tloušťkového přírůstu v tomto období měla teplota půdy, která 12. 4. 2018 dosáhla teploty 10,5 °C (graf č. 23).

Kulminace tloušťkového přírůstu v roce 2018 byla stanovena na 14. 7. 2018. Po tomto datu došlo k částečnému propadu hodnot tloušťkového přírůstu. Období propadu hodnot tloušťkového přírůstu trvalo až do 1. 9. 2018. V intervalu od 14. 7. 2018 do 1. 9. 2018 došlo ke snížení hodnoty tloušťkového přírůstu z 13,75 mm na 13,06 mm. Hlavními důvody byly teploty vzduchu pohybující se kolem 35 °C, s tím spojená vyšší teplota půdy a snižující se vlhkost půdy až na hodnotu 12,7 % (graf č. 24).

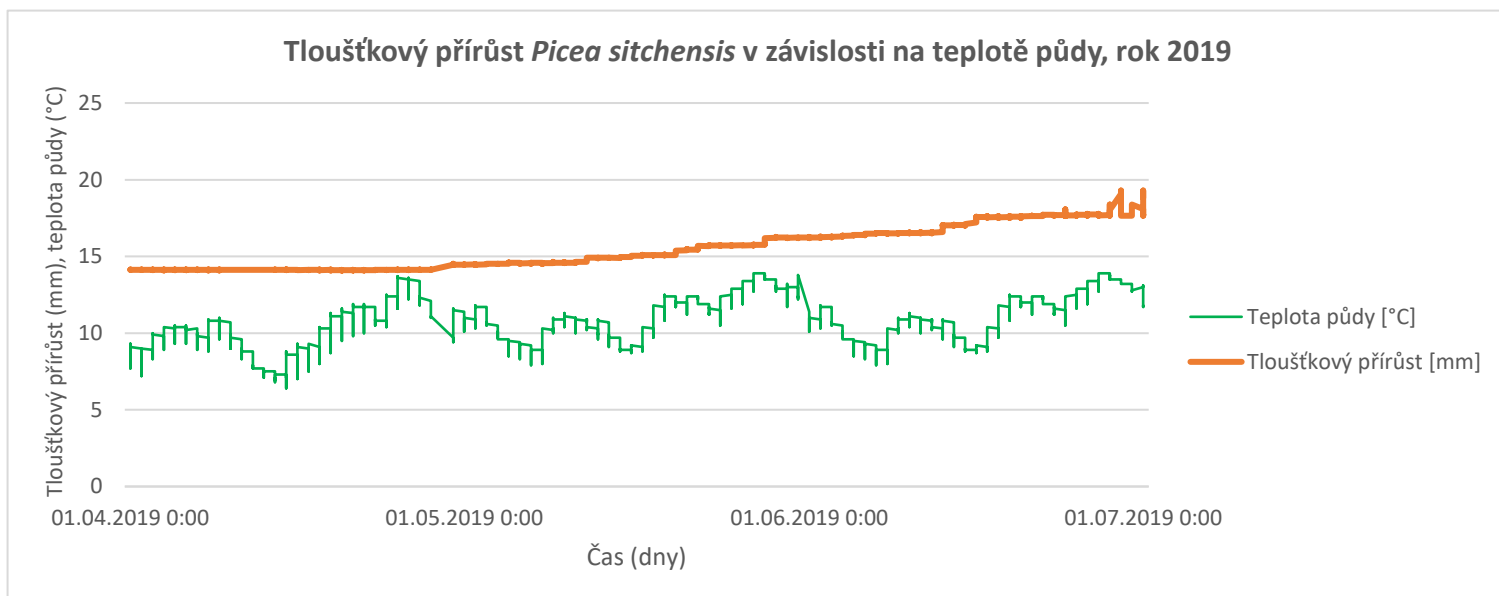
Konec přírůstání byl stanoven na 7. 11. 2018. V období od 1. 9. 2018 do 7. 11. 2018 jsme zaznamenali opětovný vzrůst v hodnotách tloušťkového přírůstu z 13,06 mm na 13,82 mm.

Výsledná hodnota tloušťkového přírůstu v roce 2018 byla 7,3 mm.

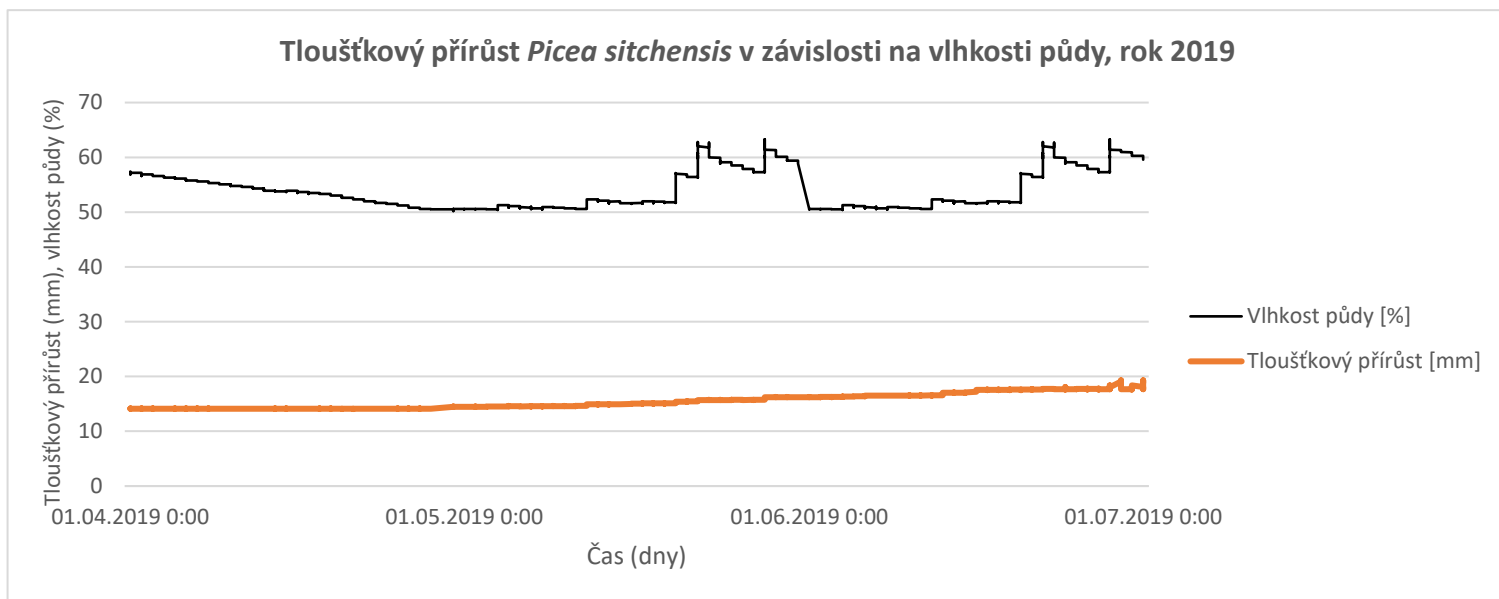
4.2.4 Rok 2019



Graf 25: Závislost tloušťkového přírůstu *Picea sitchensis* na teplotě vzduchu v 1 m



Graf 26: Závislost tloušťkového přírůstu *Picea sitchensis* na teplotě půdy



Graf 27: Závislost tloušťkového přírůstu *Picea sitchensis* na vlhkosti půdy

Tabulka 9: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u *Picea sitchensis*

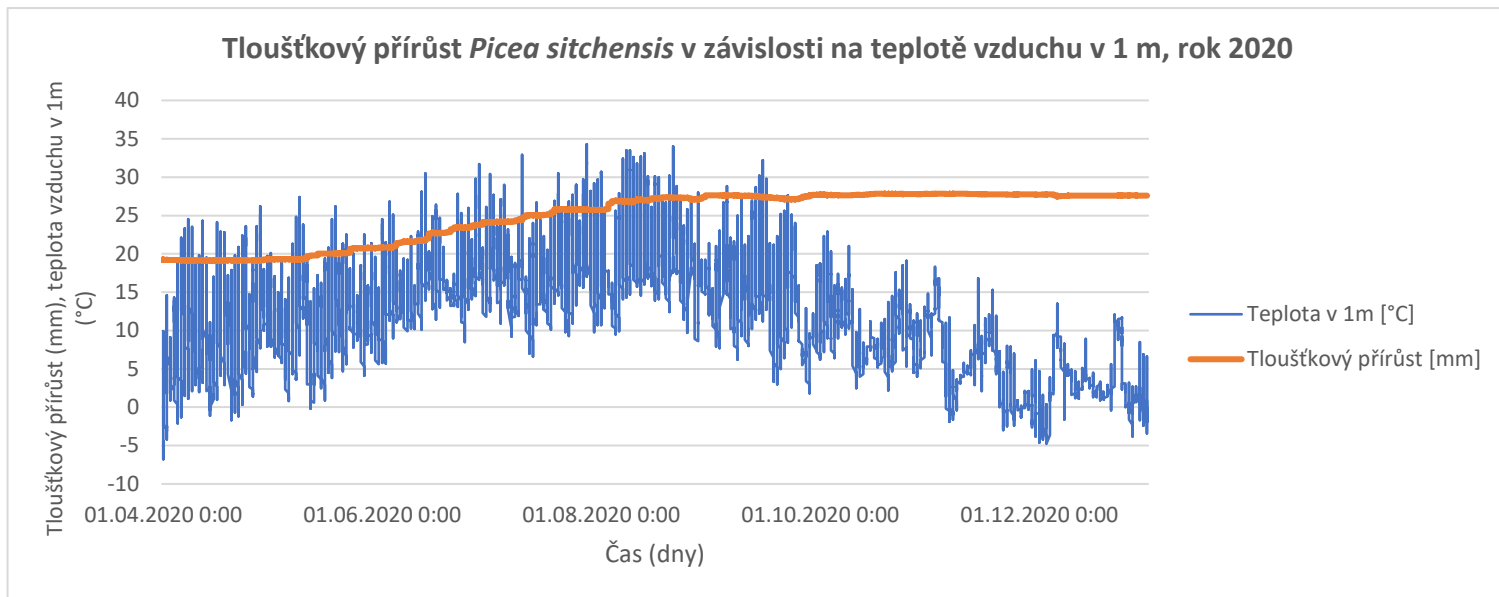
2019	<i>Picea sitchensis</i>
Počátek přírůstu	27.04.2019
Kulminace přírůstu	17.06.2019
Konec přírůstu	01.07.2019
Přírůst běžný roční (mm)	5,22

Z výsledků analýzy vyplývá, že počátek v přirůstání nastal až koncem dubna. Konkrétně 27. 4. 2019 jsme zaznamenali první výraznější změny v hodnotách tloušťkového přírůstu. Hlavním důvodem byly poměrně nízké teploty vzduchu, které se ještě začátkem dubna pohybovaly kolem 0 °C (graf č. 25). Také teplota půdy ovlivnila počátek přírůstu v okamžiku, kdy se hodnota teploty půdy ustálila nad 10 °C, začal smrk sitka aktivně přirůstat (graf č. 26).

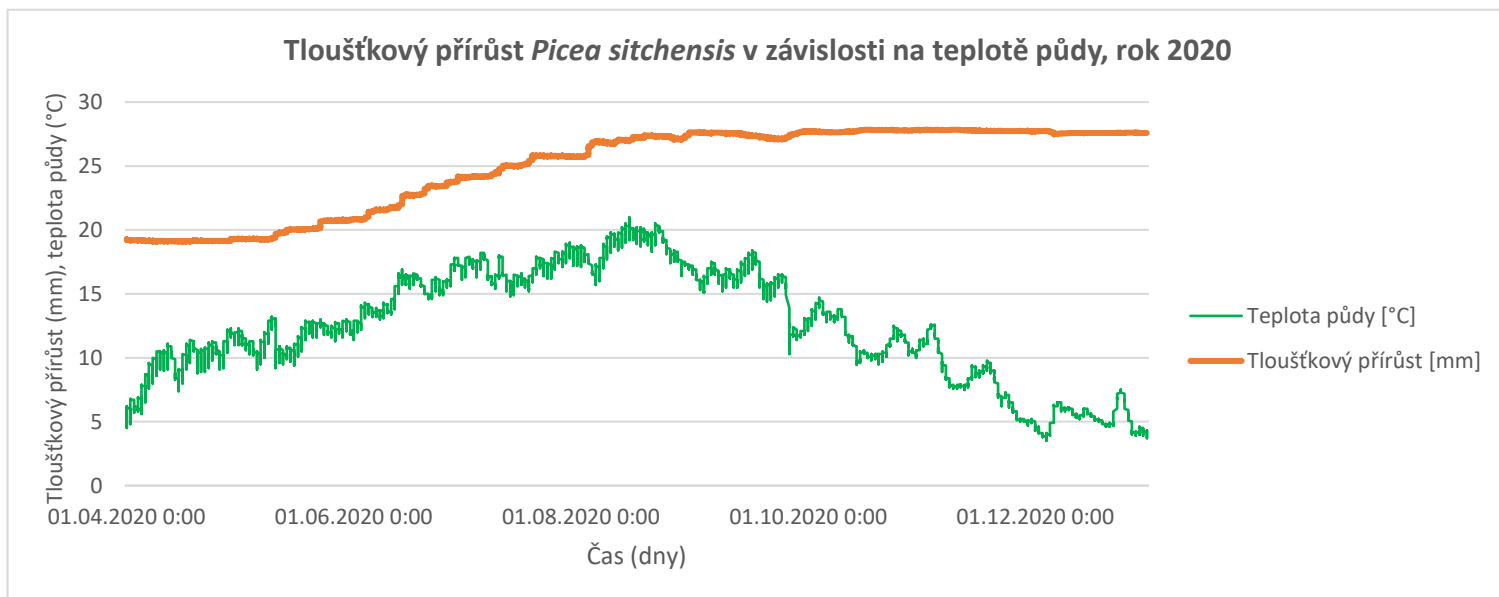
Kulminace přírůstu byla stanovena na 17. 6. 2019, v tomto období došlo k ustálení přírůstové křivky v souvislosti s poklesem teplot vzduchu a půdy. Konec tloušťkového přirůstání byl stanoven na 1. 7. 2019.

Smrk sitka dosáhl v roce 2019 tloušťkového přírůstu 5,22 mm.

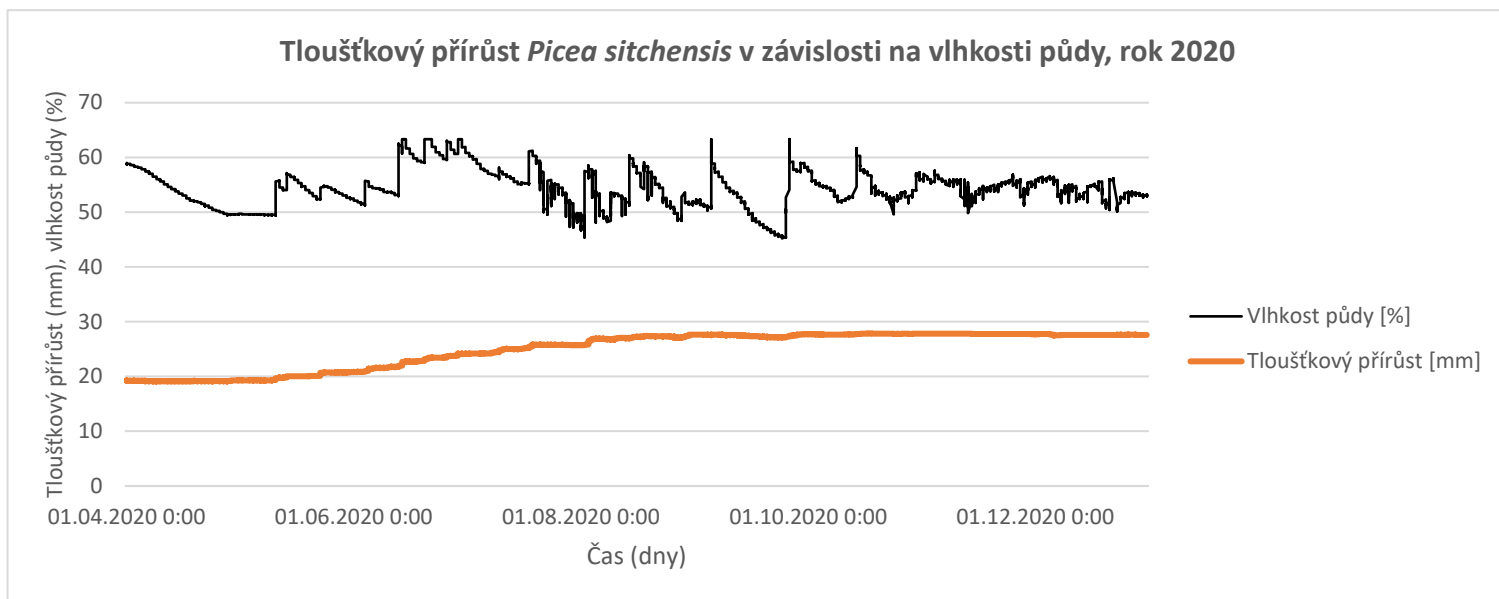
4.2.5 Rok 2020



Graf 28: Závislost tloušťkového přírůstu *Picea sitchensis* na teplotě vzduchu v 1 m



Graf 29: Závislost tloušťkového přírůstu *Picea sitchensis* na teplotě půdy



Graf 30: Závislost tloušťkového přírůstu *Picea sitchensis* na vlhkosti půdy

Tabulka 10: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u *Picea sitchensis*

2020	<i>Picea sitchensis</i>
Počátek přírůstu	29.04.2020
Kulminace přírůstu	03.09.2020
Konec přírůstu	18.10.2020
Přírůst běžný roční (mm)	8,77

V roce 2020 byl stanoven počátek tloušťkového přirůstání na 29. 4. 2020. Opětovně jsme zaznamenali, že se vzrůstajícími hodnotami teplot vzduchu a půdy za optimální vlhkosti půdy dojde k započetí přirůstání (graf č. 28, 29 a 30). V tomto roce byla rozhodujícím faktorem teplota půdy.

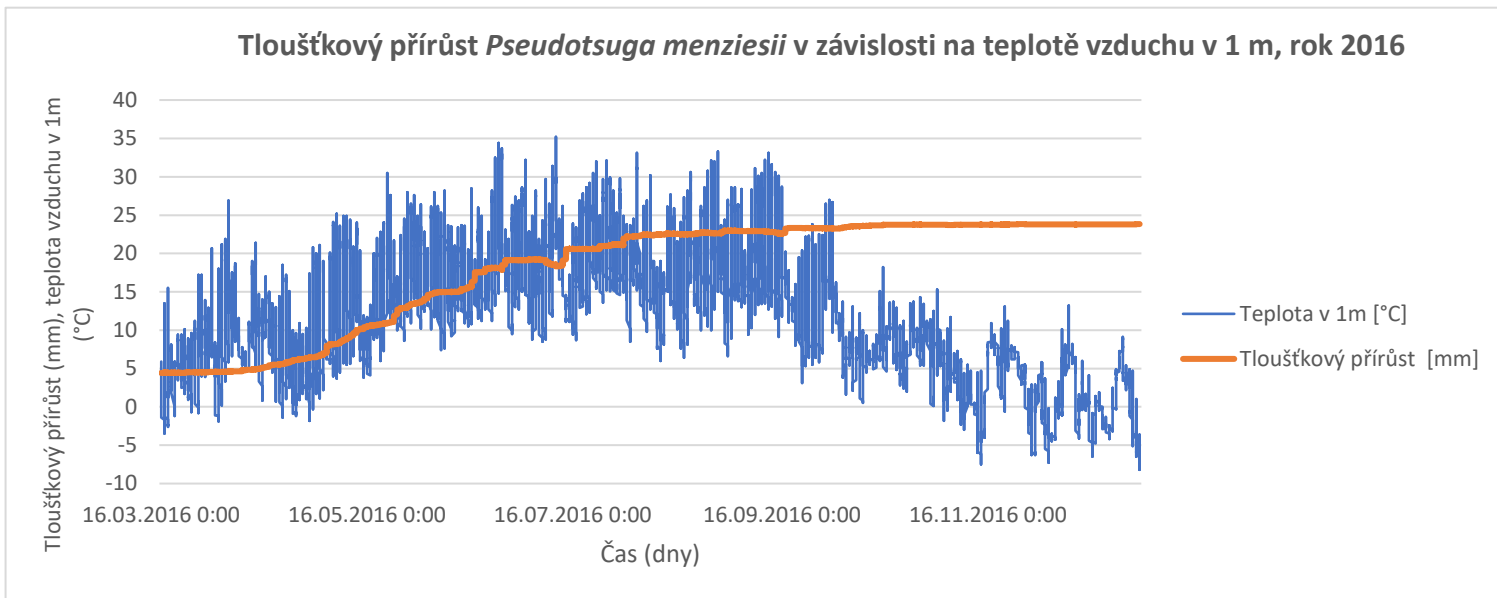
Kulminace tloušťkového přirůstu dosáhl smrk sitka na začátku září, konkrétně 3. 9. 2020. V tomto období došlo k několika výkyvům ve vlhkosti půdy a k poklesu teplot půdy (graf č. 29 a 30).

Konec tloušťkového přirůstu byl zaznamenán 18. 10. 2020. V tomto období došlo k dalšímu poklesu teplot vzduchu a půdy, což mělo za následek zastavení tloušťkového přirůstání.

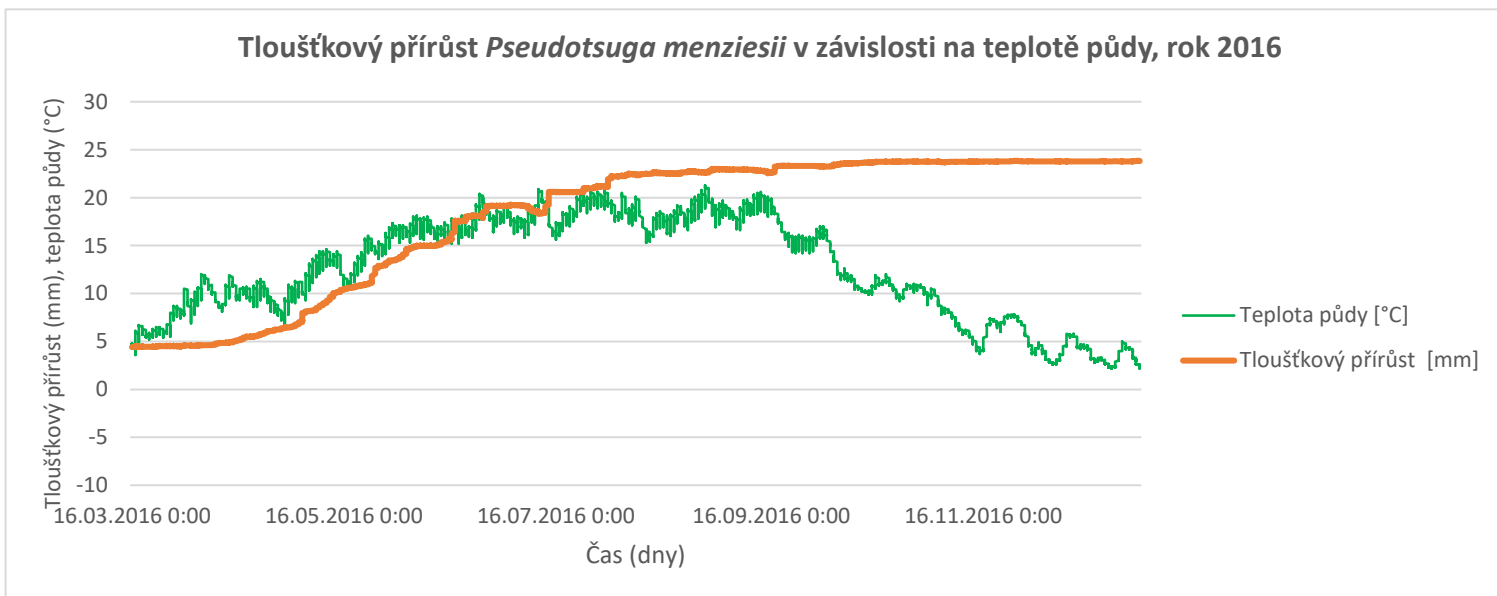
Tloušťkový přirůst zaznamenán u *Picea sitchensis* v roce 2020 činil 8,77 mm.

4.3 Hodnocení sezónního přírůstu u *Pseudotsuga menziesii*

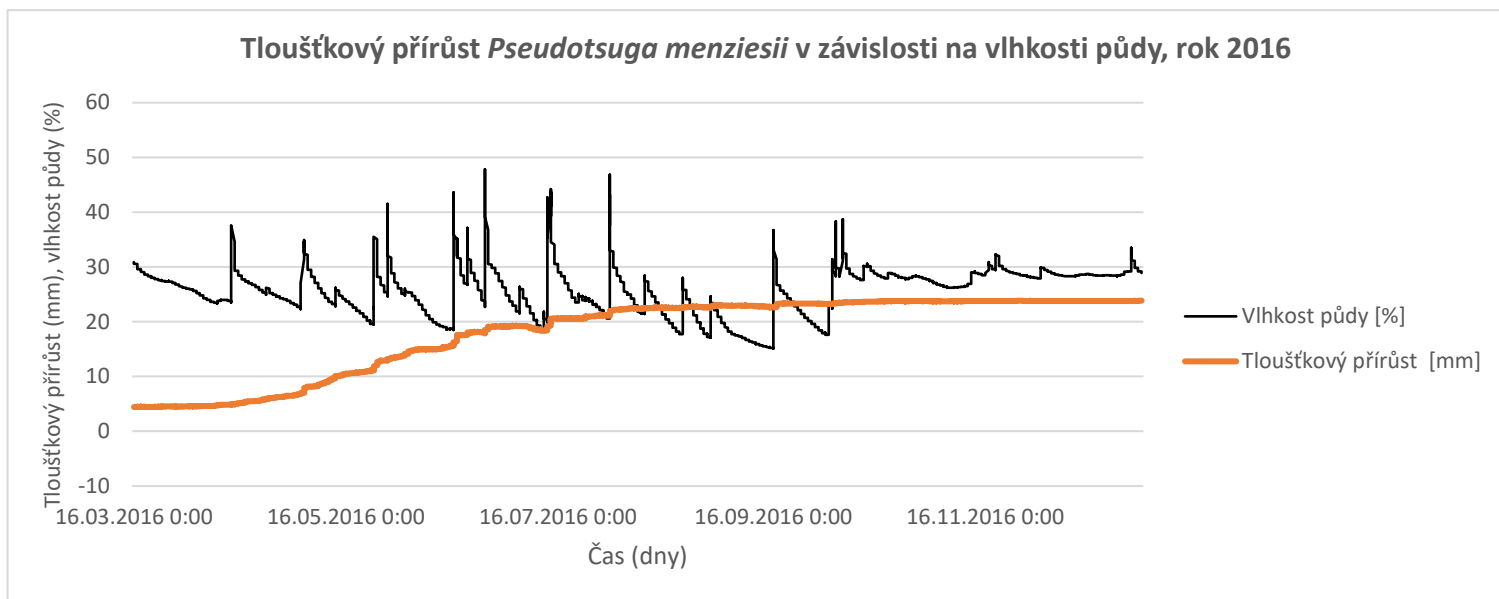
4.3.1 Rok 2016



Graf 31: Závislost tloušťkového přírůstu *Pseudotsuga menziesii* na teplotě vzduchu v 1 m



Graf 32: Závislost tloušťkového přírůstu *Pseudotsuga menziesii* na teplotě půdy



Graf 33: Závislost tloušťkového přírůstu *Pseudotsuga menziesii* na vlhkosti půdy

Tabulka 11: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u *Pseudotsuga menziesii*

2016	<i>Pseudotsuga menziesii</i>
Počátek přírůstu	04.04.2016
Kulminace přírůstu	08.08.2016
Konec přírůstu	15.10.2016
Přírůst běžný roční (mm)	19,43

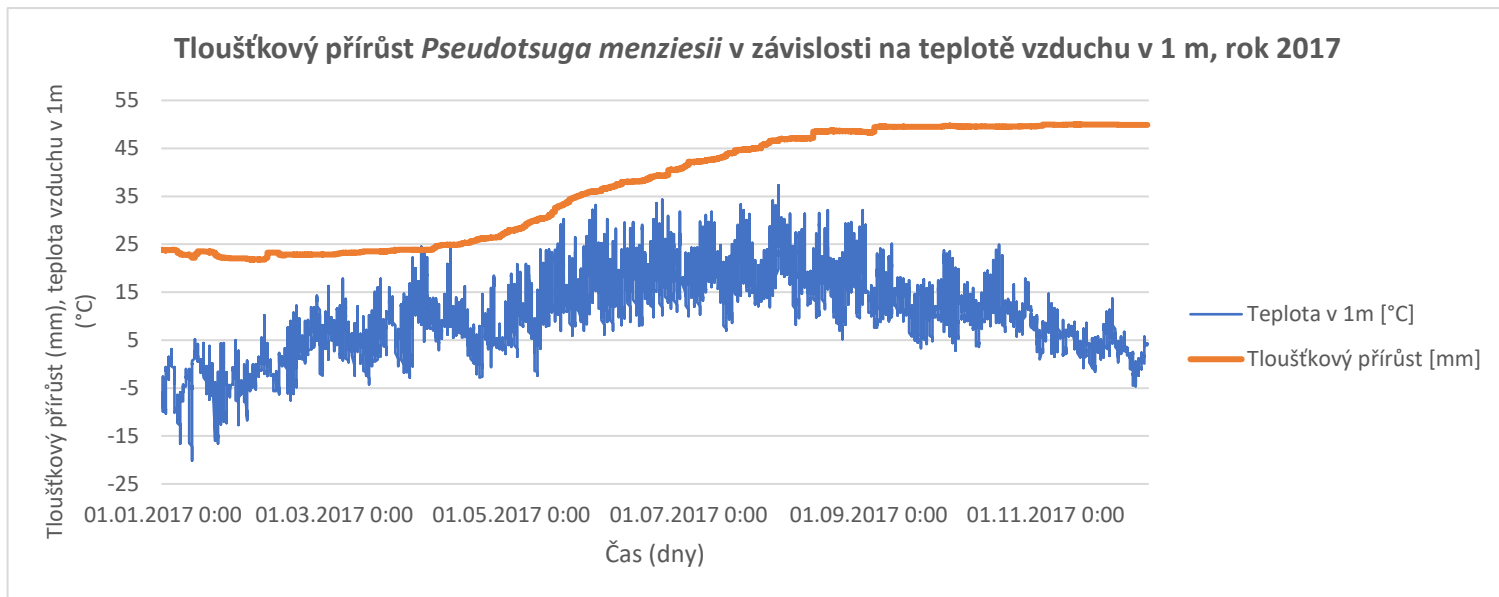
U tloušťkového přírůstu douglasky tisolisté jsme pozorovali první změny na začátku měsíce dubna. Úplně první změny jsme zaznamenali 4. 4. 2016, v tomto období byl meteostanicí zaznamenán vzrůst teploty půdy a vzduchu (graf č.31 a 32). *Pseudotsuga menziesii* na nárůst těchto teplot reagovala zahájením tloušťkového přírůstání.

Kulminace růstu v roce 2016 nastala začátkem měsíce srpna. Hlavním důvodem se jeví pokles vlhkosti půdy na hodnoty kolem 20 % (graf č. 33).

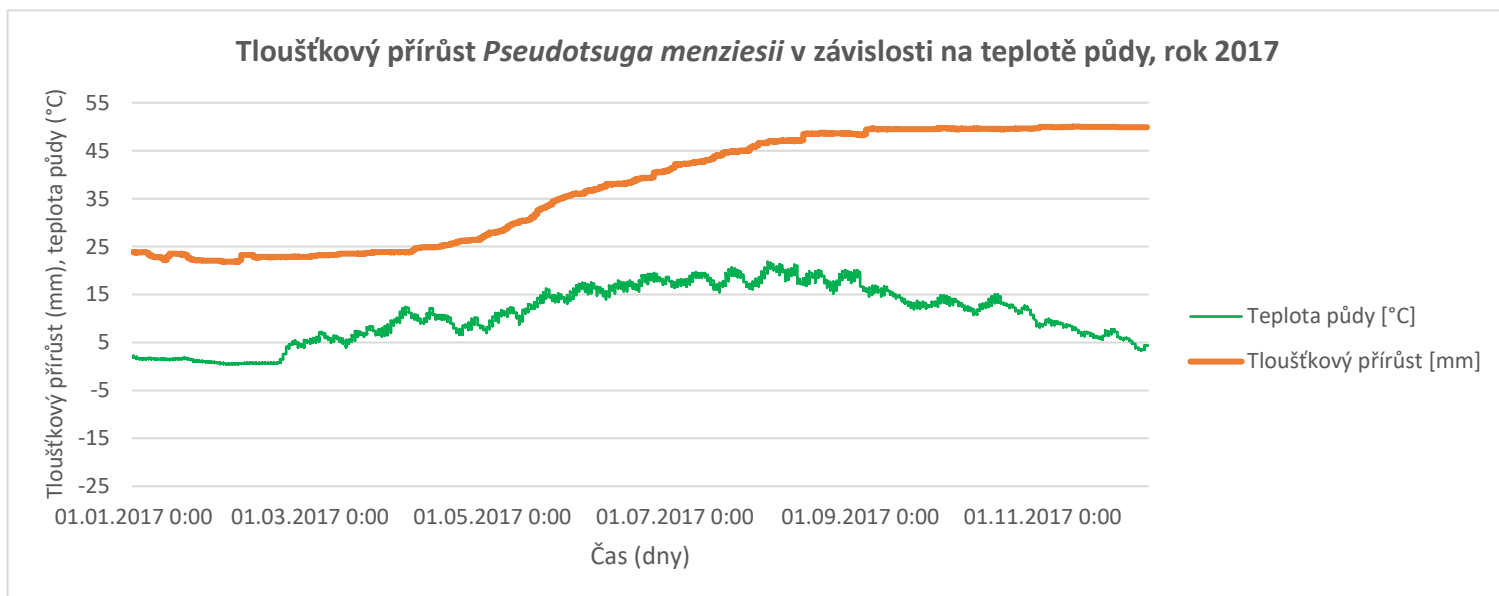
Ukončení aktivity v tloušťkovém přírůstání nastalo 15. 10. 2016. V říjnu roku 2016 začaly hodnoty teplot půdy a vzduchu výrazněji klesat, douglaska tisolistá reagovala zastavením tloušťkového přírůstu (graf č. 31 a 32).

Pseudotsuga menziesii za rok 2016 dosáhla tloušťkového přírůstu 19,43 mm.

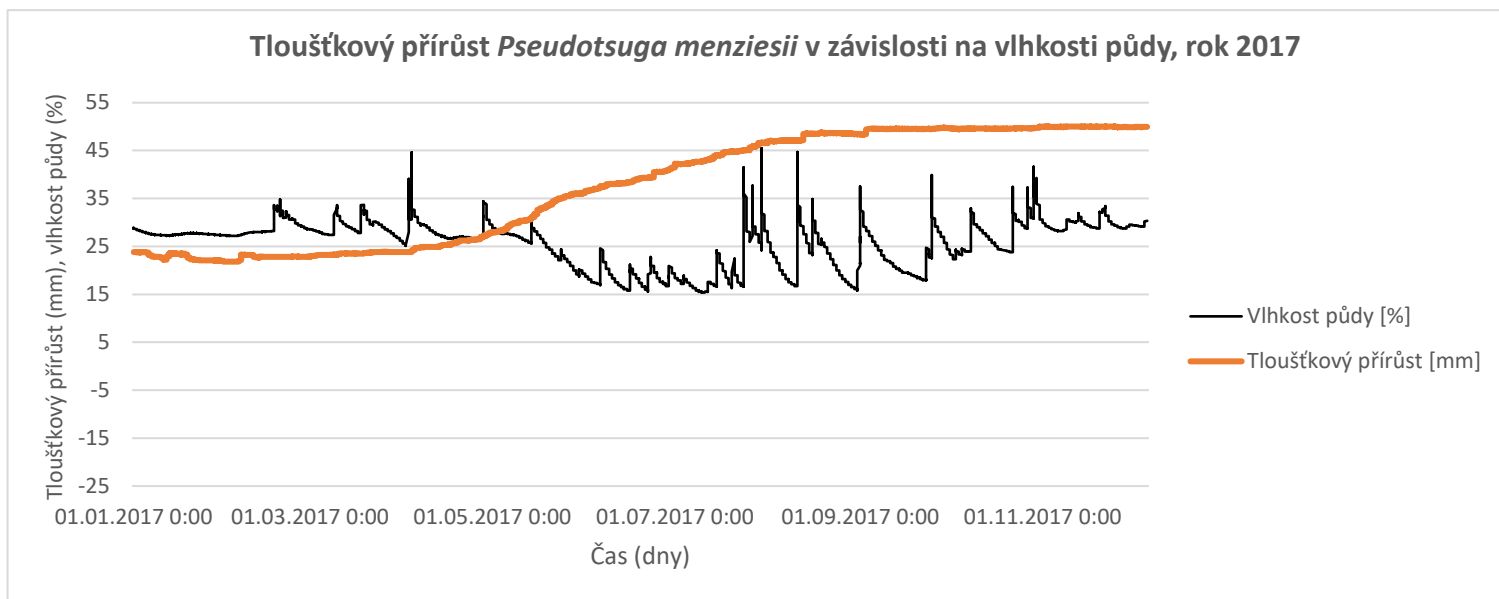
4.3.2 Rok 2017



Graf 34: Závislost tloušťkového přírůstu *Pseudotsuga menziesii* na teplotě vzduchu v 1 m



Graf 35: Závislost tloušťkového přírůstu *Pseudotsuga menziesii* na teplotě půdy



Graf 36: Závislost tloušťkového přírůstu *Pseudotsuga menziesii* na vlhkosti půdy

Tabulka 12: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u *Pseudotsuga menziesii*

2017	<i>Pseudotsuga menziesii</i>
Počátek přírůstu	03.03.2017
Kulminace přírůstu	07.09.2017
Konec přírůstu	01.10.2017
Přírůst běžný roční (mm)	28,2

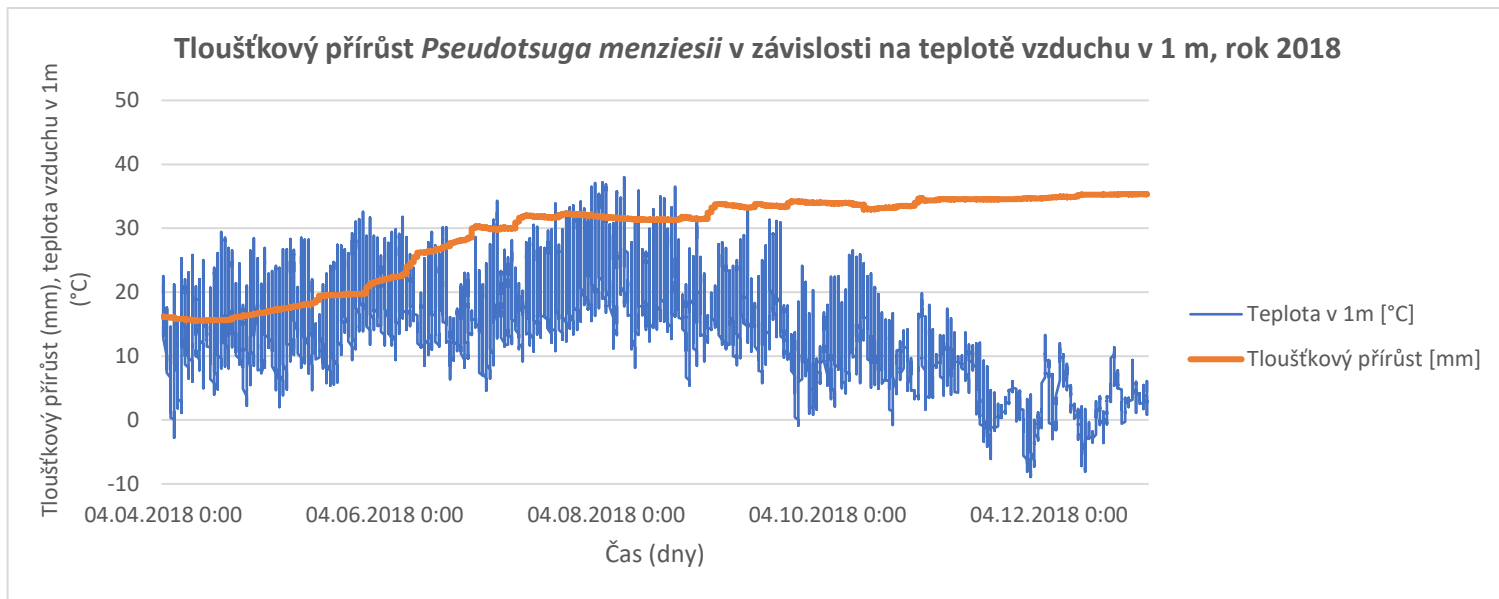
Tloušťkový přírůst v roce 2017 započal u douglasky tisolisté již počátkem března. Nejdříve se jednalo jen o drobné změny v hodnotách, hlavním důvodem byly nízké hodnoty teplot vzduchu a půdy (graf č. 34 a 35). S nárůstem těchto dvou hodnot se zvýšila i hodnota tloušťkového přírůstu.

Kulminace tloušťkového přírůstu nastala začátkem září. Konkrétně 7. 9. 2017 nastalo ustálení této křivky. Hlavními důvody byly výkyvy ve vlhkostech půdy, snižující se hodnota teploty půdy a vzduchu (graf č. 34, 35 a 36).

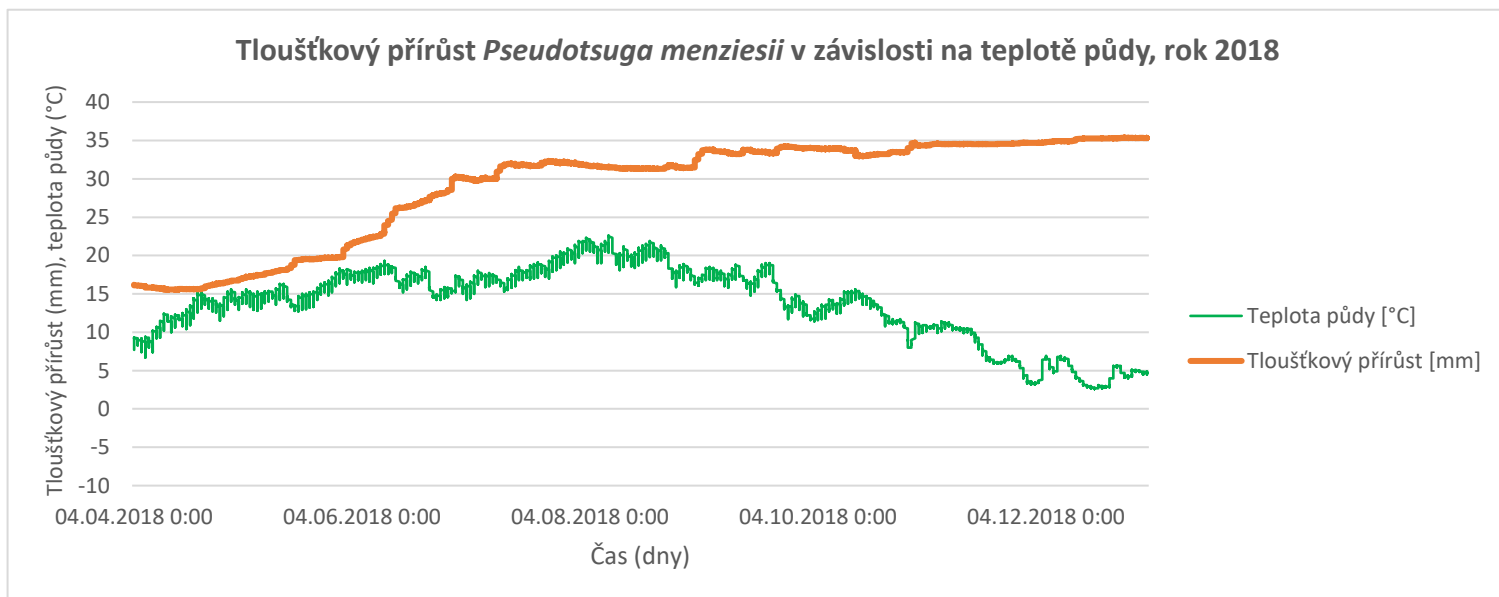
Konec přírůstu byl stanoven na 1. 10. 2017, po tomto datu už nedocházelo ke změnám spojeným s tloušťkovým přírůstem.

U douglasky tisolisté jsme v roce 2017 zaznamenali tloušťkový přírůst v hodnotě 28,2 mm.

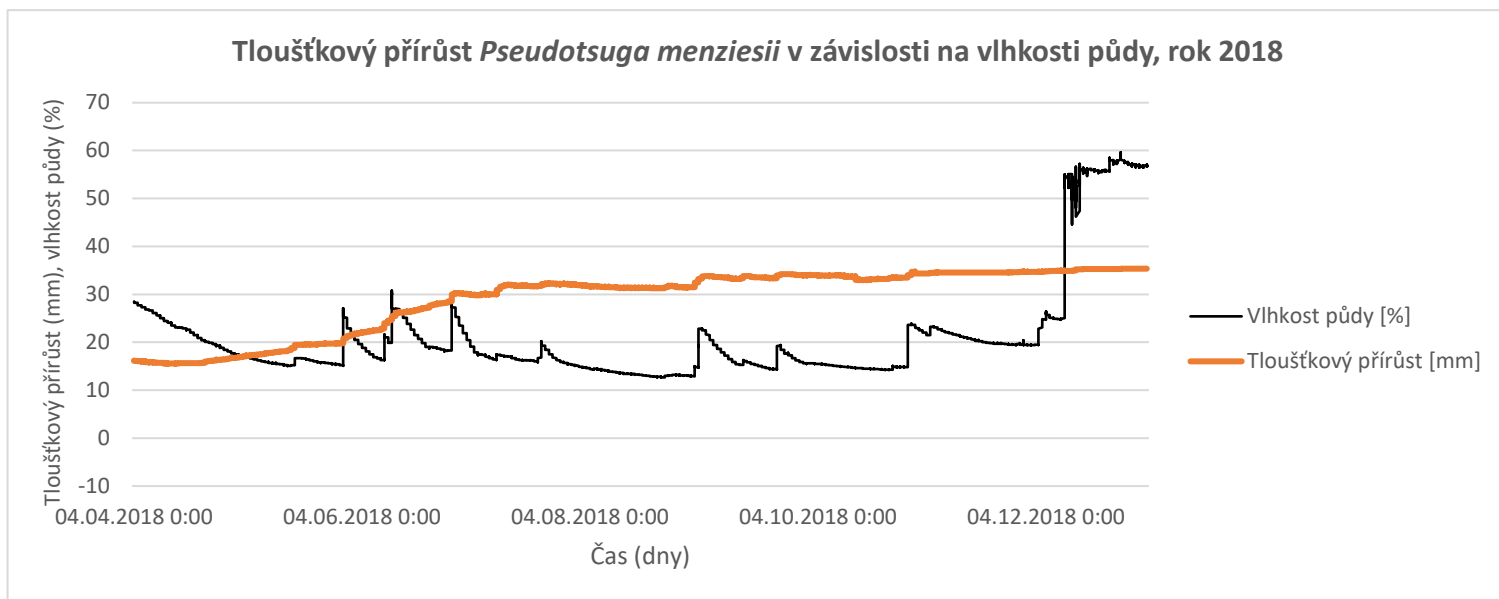
4.3.3 Rok 2018



Graf 37: Závislost tloušťkového přírůstu *Pseudotsuga menziesii* na teplotě vzduchu v 1 m



Graf 38: Závislost tloušťkového přírůstu *Pseudotsuga menziesii* na teplotě půdy



Graf 39: Závislost tloušťkového přírůstu *Pseudotsuga menziesii* na vlhkosti půdy

Tabulka 13: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u *Pseudotsuga menziesii*

2018	<i>Pseudotsuga menziesii</i>
Počátek přírůstu	22.04.2018
Kulminace přírůstu	24.07.2018
Konec přírůstu	14.12.2018
Přírůst běžný roční (mm)	19,84

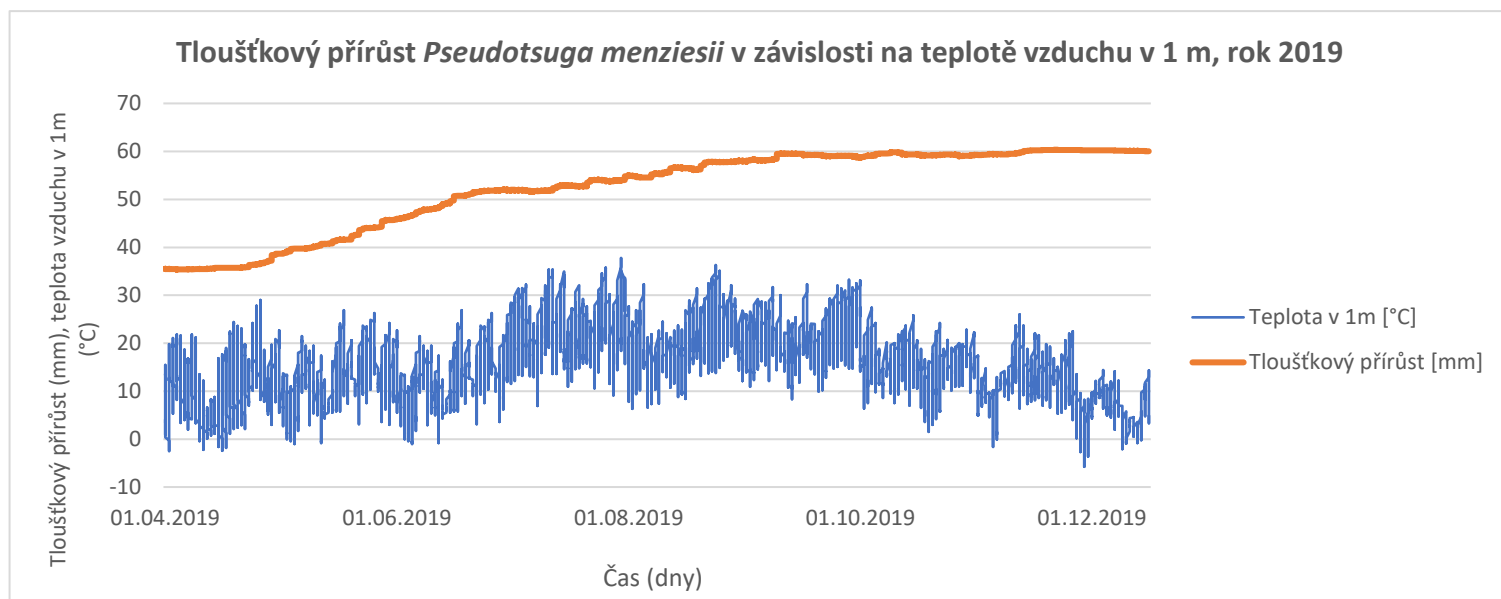
V roce 2018 byl počátek tloušťkového přírůstu stanoven na 22. 4. 2018. V tomto období došlo k nárůstu teploty půdy na hodnoty kolem 12 °C (graf č. 38). I přes zaznamenané klesající hodnoty vlhkosti půdy, douglaska pozitivně reagovala na rostoucí hodnoty teploty půdy a vzduchu v tomto období (graf č. 37, 38 a 39).

Kulminace přírůstu nastala na konci července, a to 24. 7. 2018. V průběhu aktivního přirůstání docházelo k výkyvům vlhkosti půdy. Jak je zřejmé z grafu č. 39, douglaska na tyto výkyvy reagovala jak pozitivně, tak i negativně. Při zvýšení hodnoty vlhkosti půdy začala přirůstat, při snížených hodnotách téměř zastavila svůj tloušťkový přírůst.

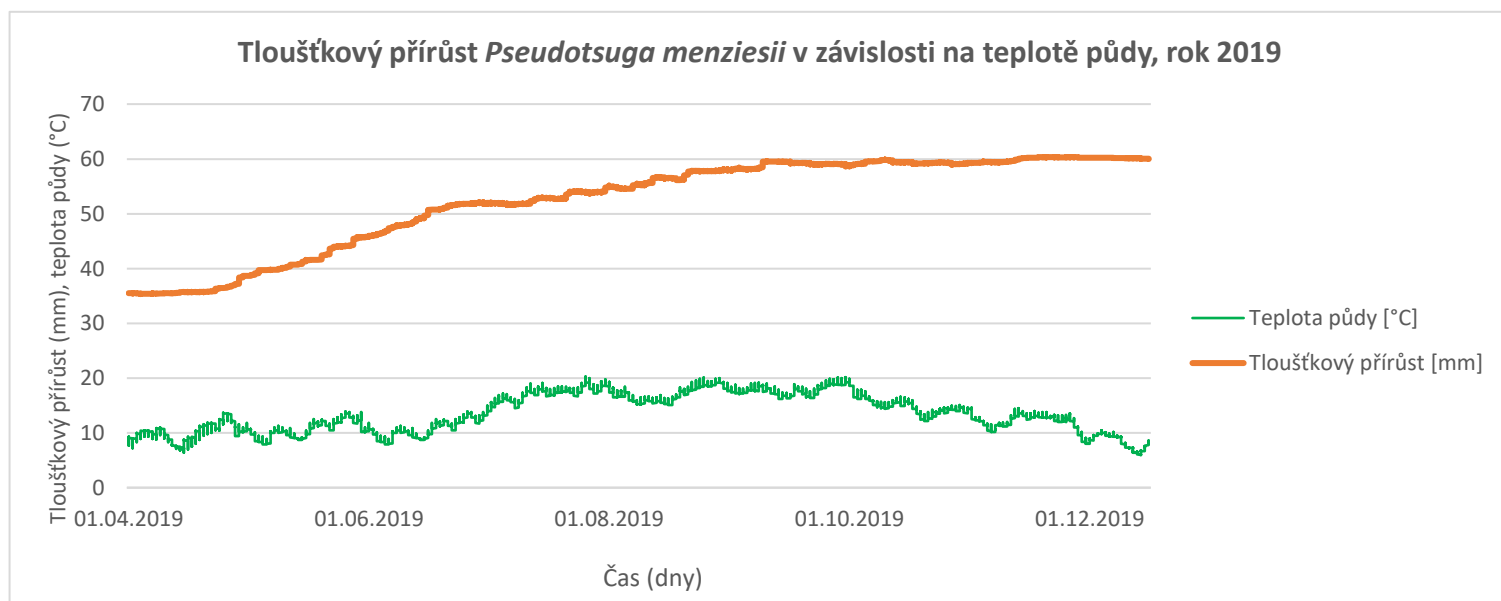
Z výsledků vyplývá, že konec tloušťkového přírůstu nastal až v první polovině prosince. V důsledku poklesu hodnot teploty půdy a vzduchu se tloušťkový přírůst již dále neměnil.

Tloušťkový přírůst zaznamenaný v roce 2018 u douglasky tisolisté činil 19,84 mm.

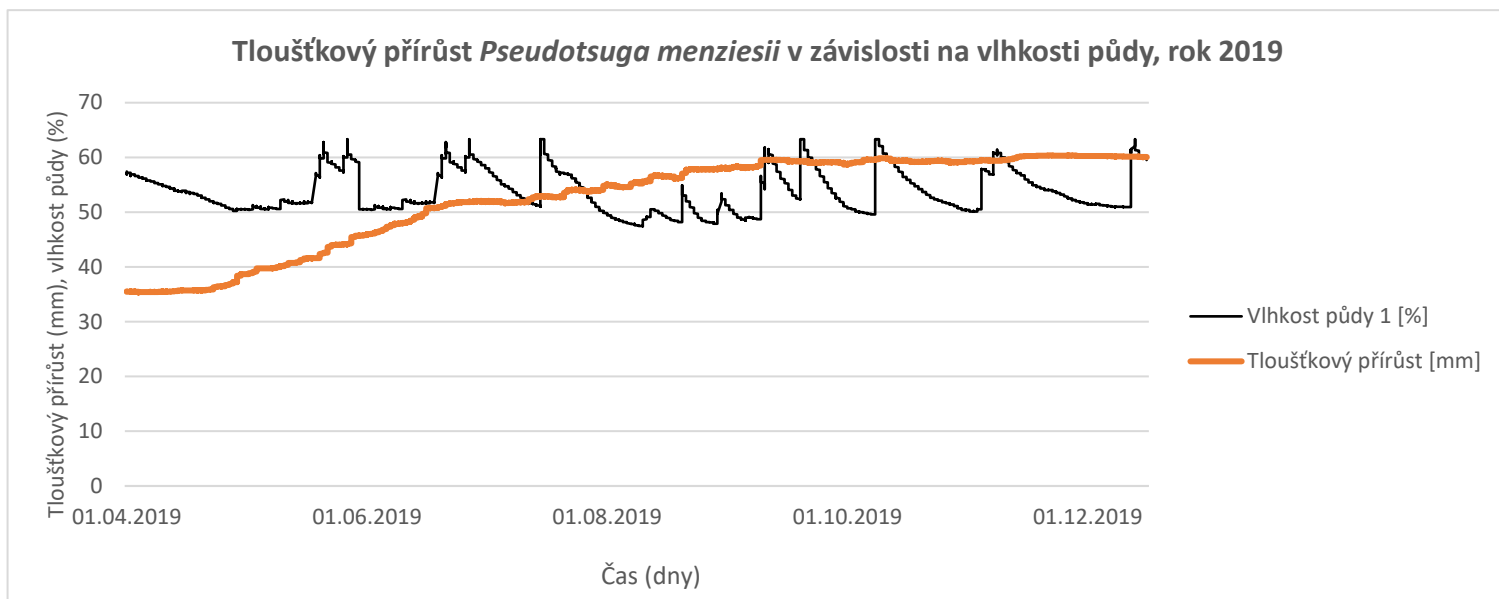
4.3.4 Rok 2019



Graf 40: Závislost tloušťkového přírůstu *Pseudotsuga menziesii* na teplotě vzduchu v 1 m



Graf 41: Závislost tloušťkového přírůstu *Pseudotsuga menziesii* na teplotě půdy



Graf 42: Závislost tloušťkového přírůstu *Pseudotsuga menziesii* na vlhkosti půdy

Tabulka 14: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u *Pseudotsuga menziesii*

2019	<i>Pseudotsuga menziesii</i>
Počátek přírůstu	23.04.2019
Kulminace přírůstu	10.09.2019
Konec přírůstu	18.11.2019
Přírůst běžný roční (mm)	25,27

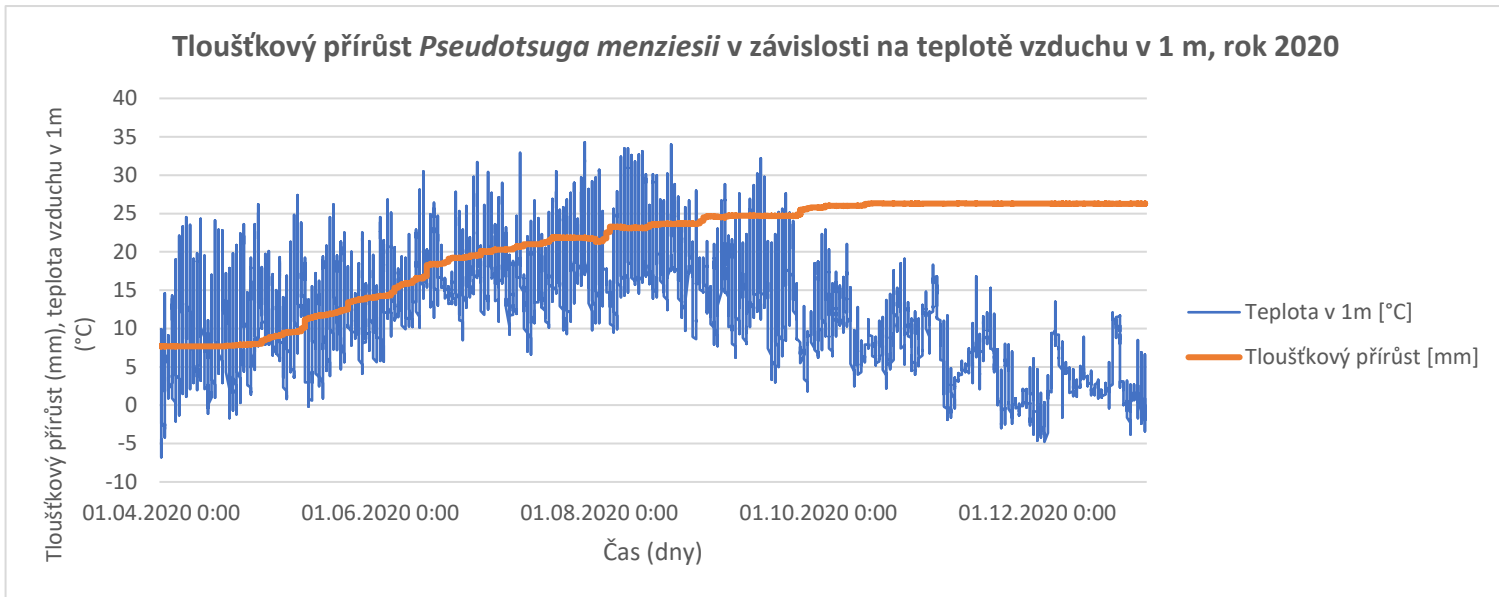
V roce 2019 byly první změny v tloušťce zaznamenány na konci dubna. Z výsledků vyplývá, že první výrazné změny nastaly 23. 4. 2019. Tyto změny ovlivnila rostoucí teplota půdy a vzduchu (graf č. 40 a 41).

Kulminace přírůstu byla stanovena na 10. 9. 2019, v tomto období byly zaznamenány poklesy hodnot teploty půdy a vzduchu (graf č. 40 a 41).

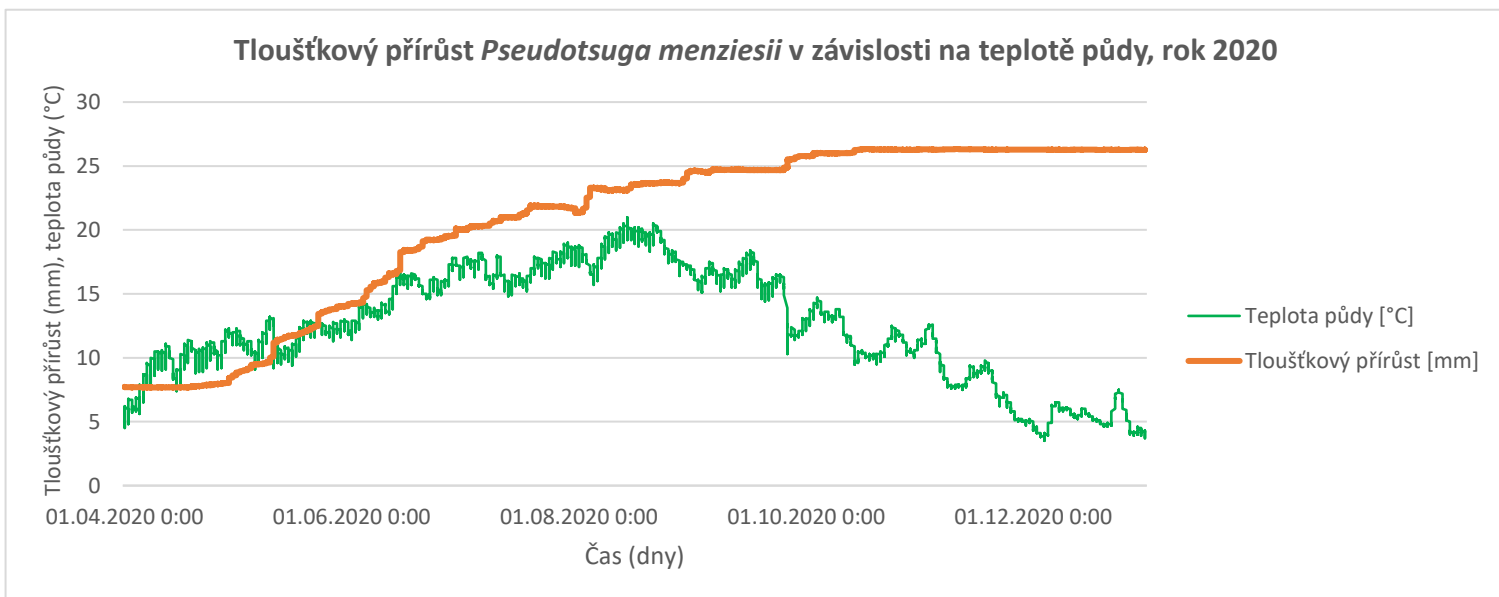
Konec tloušťkového přírůstu nastal ve druhé polovině listopadu. Konkrétně 18. 11. 2019 hlavním důvodem je pokles vlhkosti půdy (graf č. 42).

Tloušťkový přírůst u douglasky tisolisté zaznamenaný v roce 2019 činil 25,27 mm.

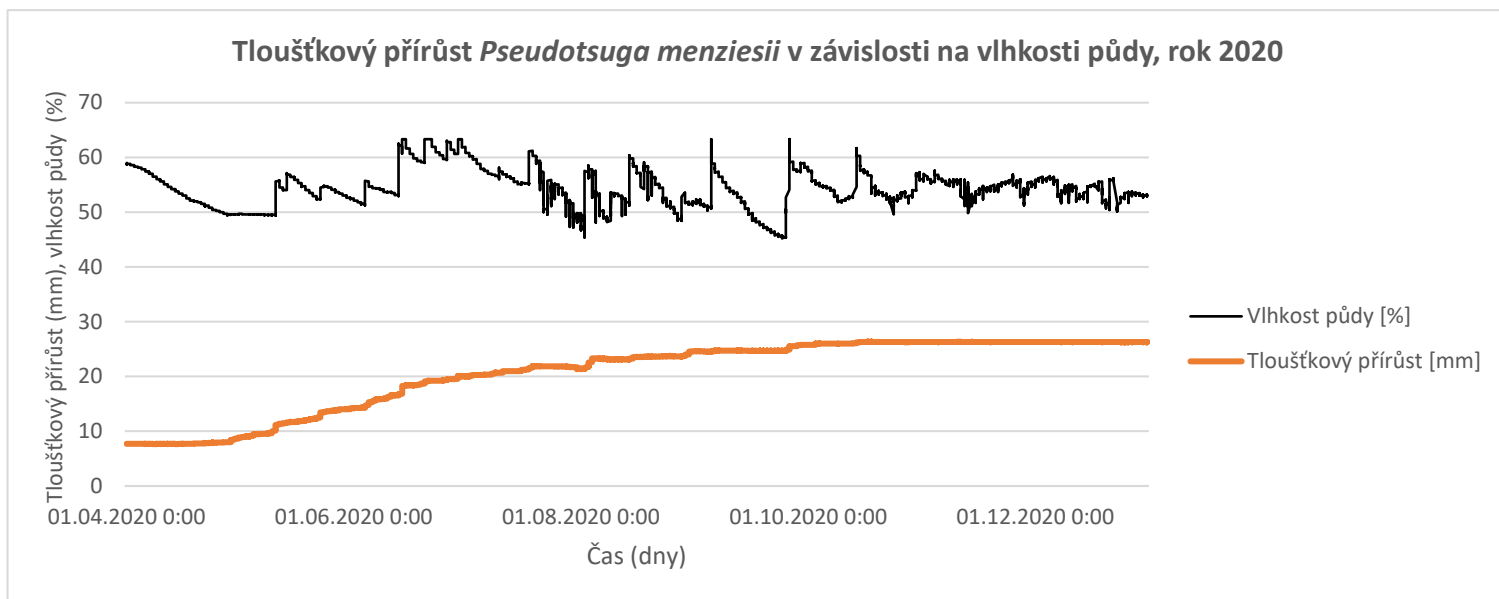
4.3.5 Rok 2020



Graf 43: Závislost tloušťkového přírůstu *Pseudotsuga menziesii* na teplotě vzduchu v 1 m



Graf 44: Závislost tloušťkového přírůstu *Pseudotsuga menziesii* na teplotě půdy



Graf 45: Závislost tloušťkového přírůstu *Pseudotsuga menziesii* na vlhkosti půdy

Tabulka 15: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u *Pseudotsuga menziesii*

2020	<i>Pseudotsuga menziesii</i>
Počátek přírůstu	21.04.2020
Kulminace přírůstu	04.10.2020
Konec přírůstu	19.11.2020
Přírůst běžný roční (mm)	18,66

Počátek tloušťkového přírůstu v roce 2020 byl stanoven na 21. 4. 2020. Počátek tloušťkového přírůstu ovlivnila zvyšující se hodnota teploty půdy, pozitivní reakci jsme zaznamenali po nárůstu této hodnoty nad 10 °C (graf č. 44). Nízká hodnota vlhkosti půdy ovlivnila pomalejší nárůst v hodnotách tloušťkového přírůstu, při zvýšení její hodnoty jsme zaznamenali i zvyšující se hodnoty tloušťkového přírůstu v tomto období (graf č. 45).

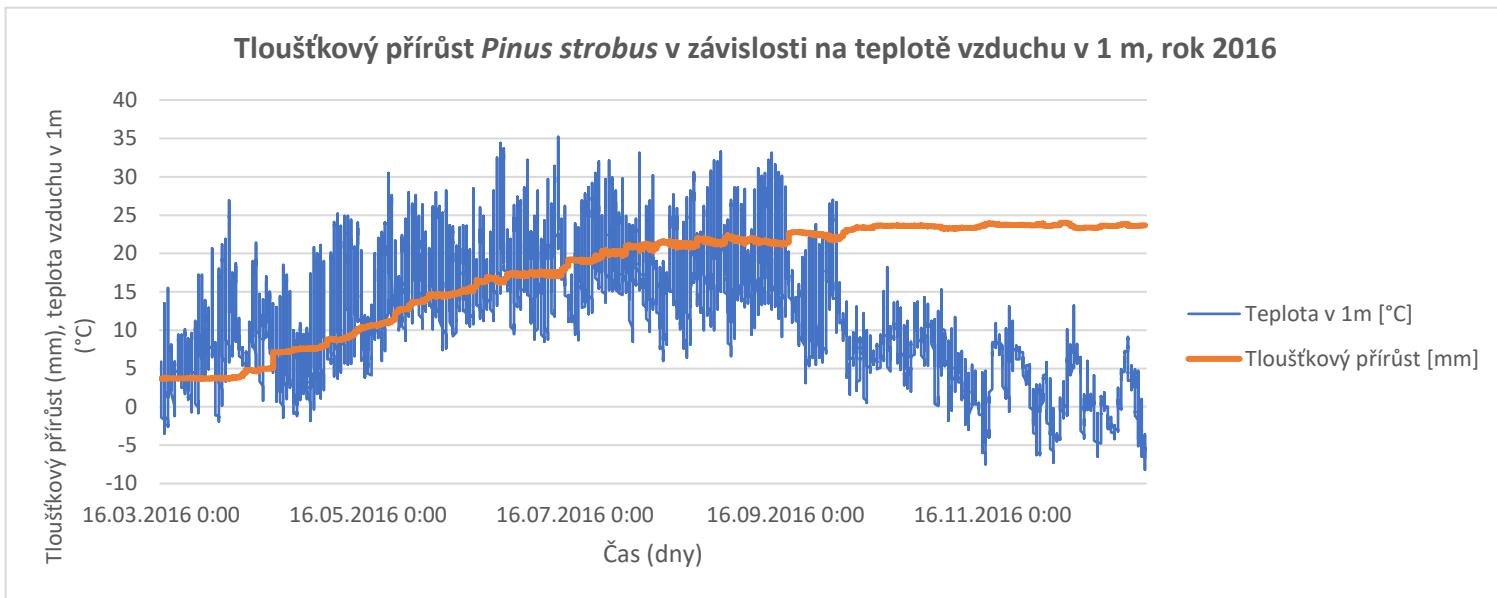
Kulminace tloušťkového přírůstu byla zaznamenána začátkem října. V tomto období docházelo k výkyvům vlhkosti půdy a k poklesu teploty půdy a vzduchu.

Konec tloušťkového přírůstu byl stanoven na 19. 11. 2020. Po tomto datu se již tloušťkový přírůst douglasky tisolisté neměnil.

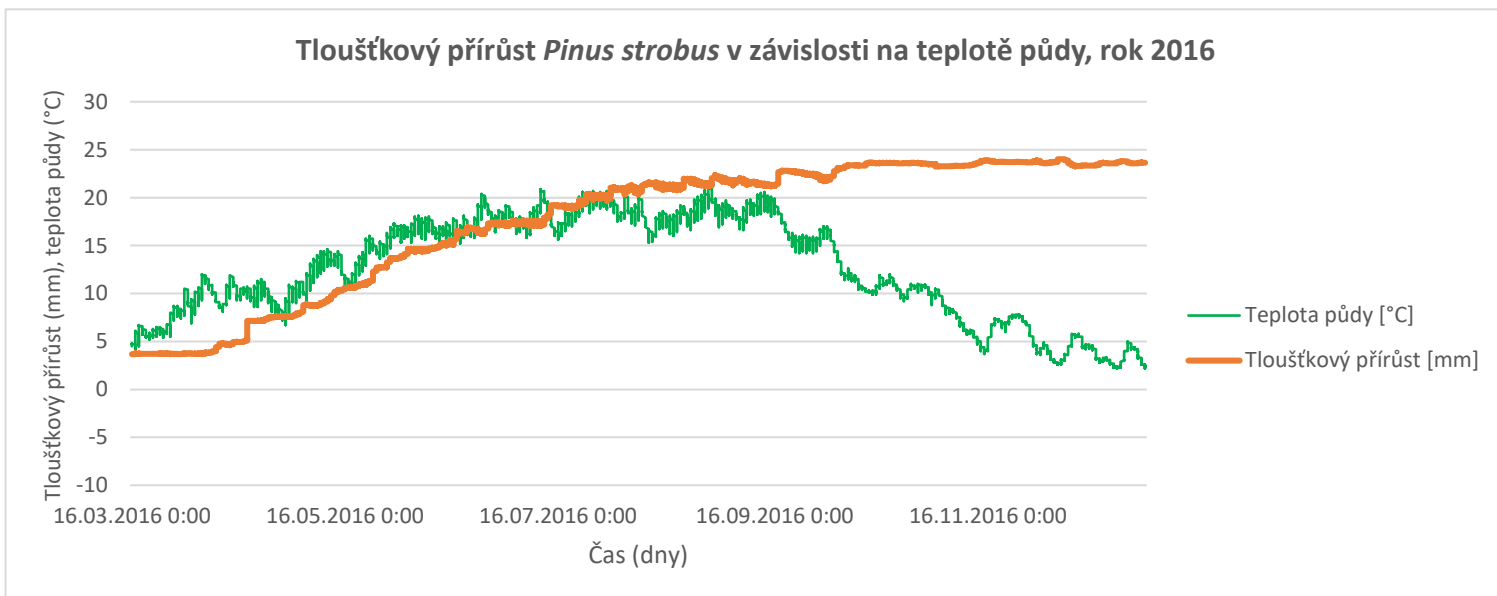
U douglasky tisolisté jsme v roce 2020 zaznamenali změnu tloušťkového přírůstu o 18,66 mm.

4.4 Hodnocení sezónní přírůstu u *Pinus strobus*

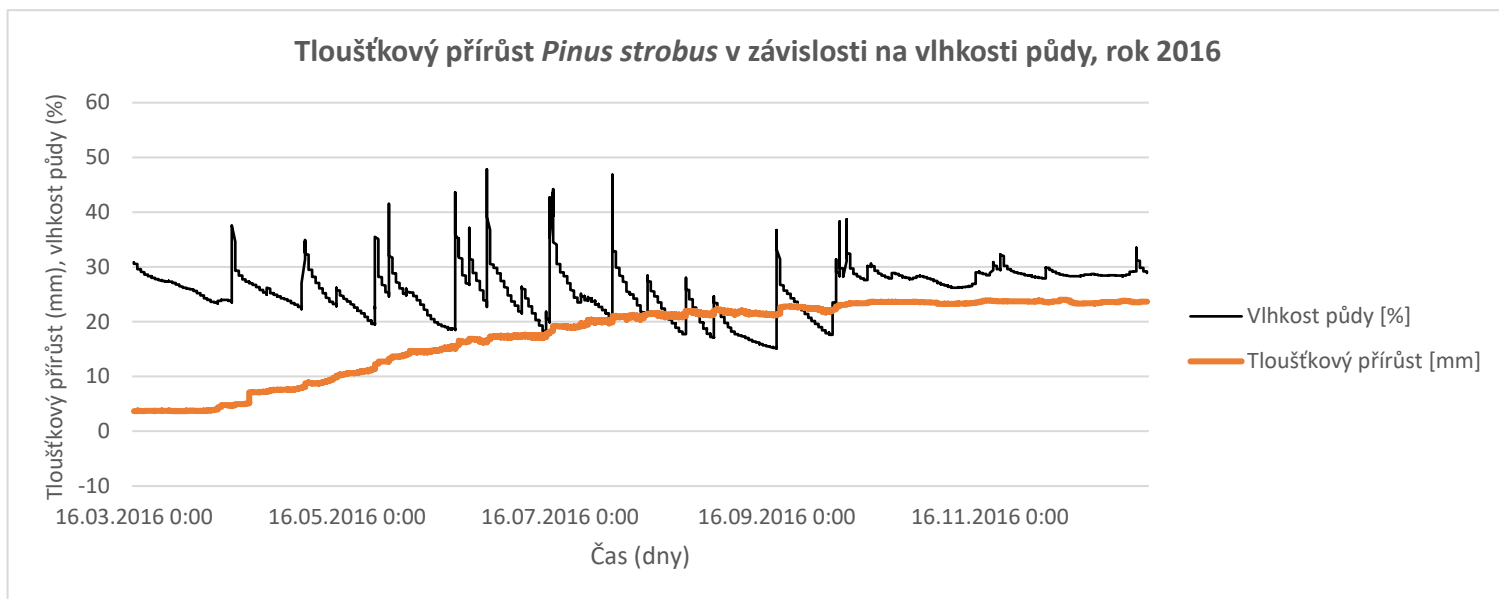
4.4.1 Rok 2016



Graf 46: Závislost tloušťkového přírůstu *Pinus strobus* na teplotě vzduchu v 1 m



Graf 47: Závislost tloušťkového přírůstu *Pinus strobus* na teplotě půdy



Graf 48: Závislost tloušťkového přírůstu *Pinus strobus* na vlhkosti půdy

Tabulka 16: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u *Pinus strobus*

2016	<i>Pinus strobus</i>
Počátek přírůstu	09.04.2016
Kulminace přírůstu	14.10.2016
Konec přírůstu	09.12.2016
Přírůst běžný roční (mm)	20,35

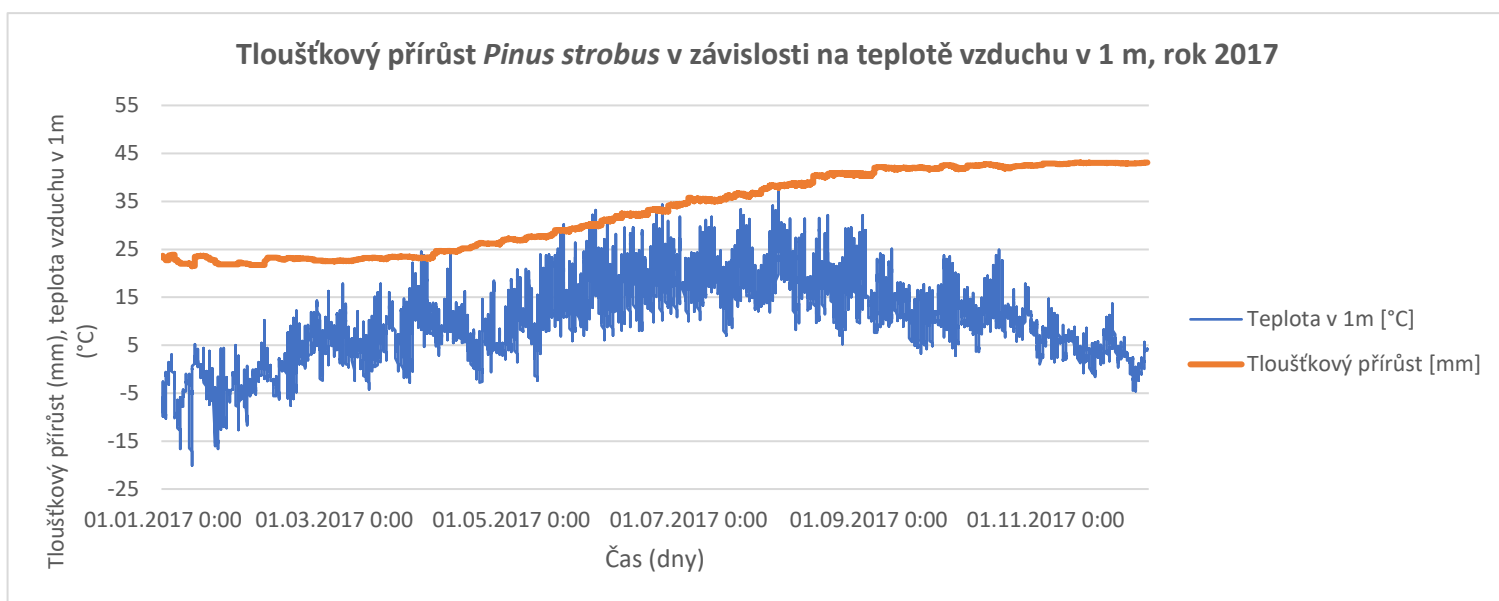
U *Pinus strobus* byla zaznamenána první změna v tloušťkovém přírůstu na začátku dubna. Z výsledků vyplývá, že borovice vejmutovka v tomto období reagovala na zvýšenou teplotu půdy započítáním tloušťkového přírůstu (graf č. 47). Dalším velmi podstatným klimatickým faktorem, který ovlivňoval celé období tloušťkového přírůstu, byla vlhkost půdy. Jak můžeme sledovat v grafu č. 48, vejmutovka dokázala reagovat na růst vlhkosti zvýšeným tloušťkovým přírůstem, při poklesu vlhkosti půdy, docházelo i k poklesům tloušťkového přírůstu.

Kulminace tloušťkového přírůstu byla stanovena na polovinu října. V tomto období jsme zaznamenali propad v teplotách půdy, teplotách vzduchu a pokles ve vlhkosti půdy (graf č. 46, 47 a 48).

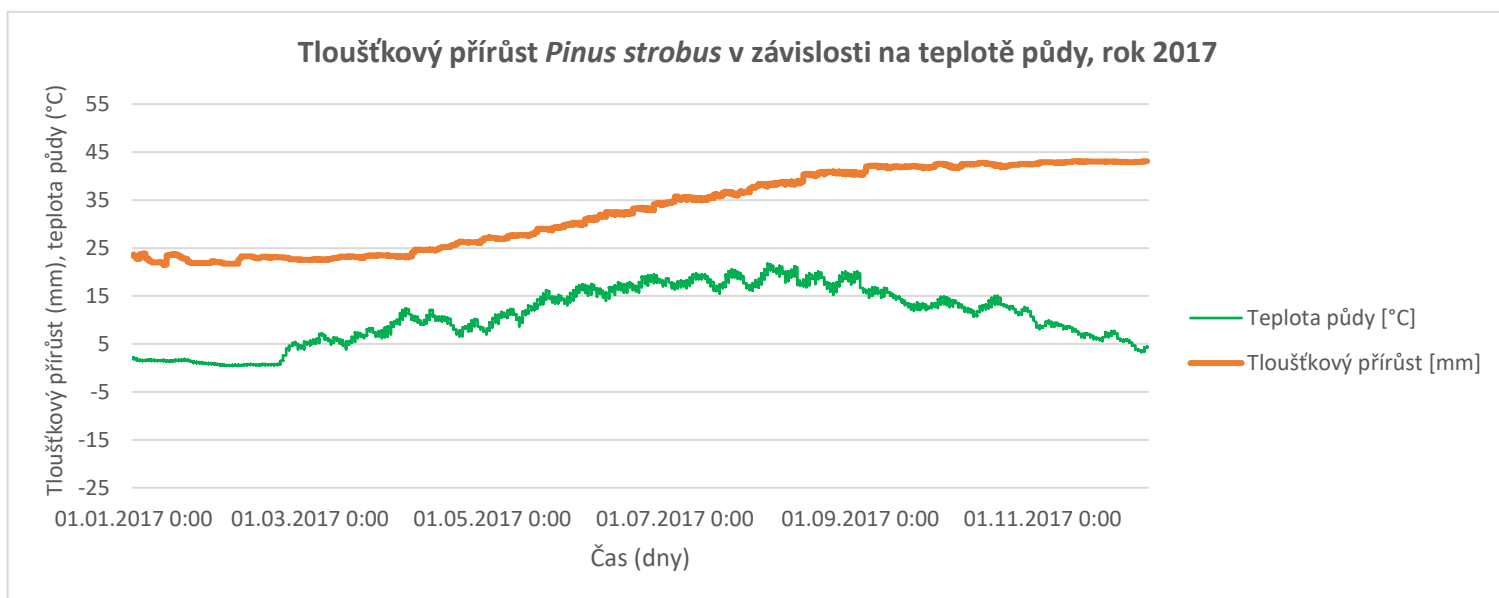
Konec tloušťkového přírůstu byl stanoven na 9. 12. 2016. Po tomto datu již nedocházelo ke změnám tloušťkového přírůstu.

Celková hodnota tloušťkového přírůstu v roce 2016 činila u *Pinus strobus* 20,35 mm.

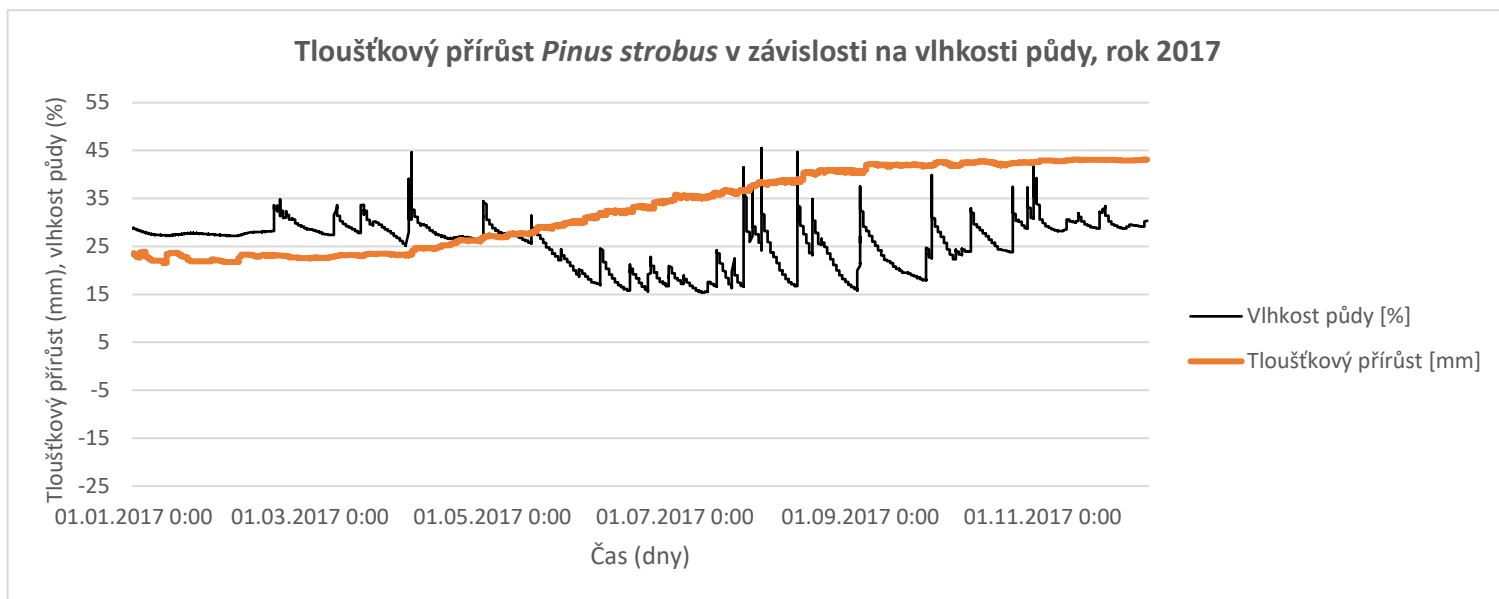
4.4.2 Rok 2017



Graf 49: Závislost tloušťkového přírůstu *Pinus strobus* na teplotě vzduchu v 1 m



Graf 50: Závislost tloušťkového přírůstu *Pinus strobus* na teplotě půdy



Graf 51: Závislost tloušťkového přírůstu *Pinus strobus* na vlhkosti půdy

Tabulka 17: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u *Pinus strobus*

2017	<i>Pinus strobus</i>
Počátek přírůstu	05.02.2017
Kulminace přírůstu	05.09.2017
Konec přírůstu	11.11.2017
Přírůst běžný roční (mm)	21,64

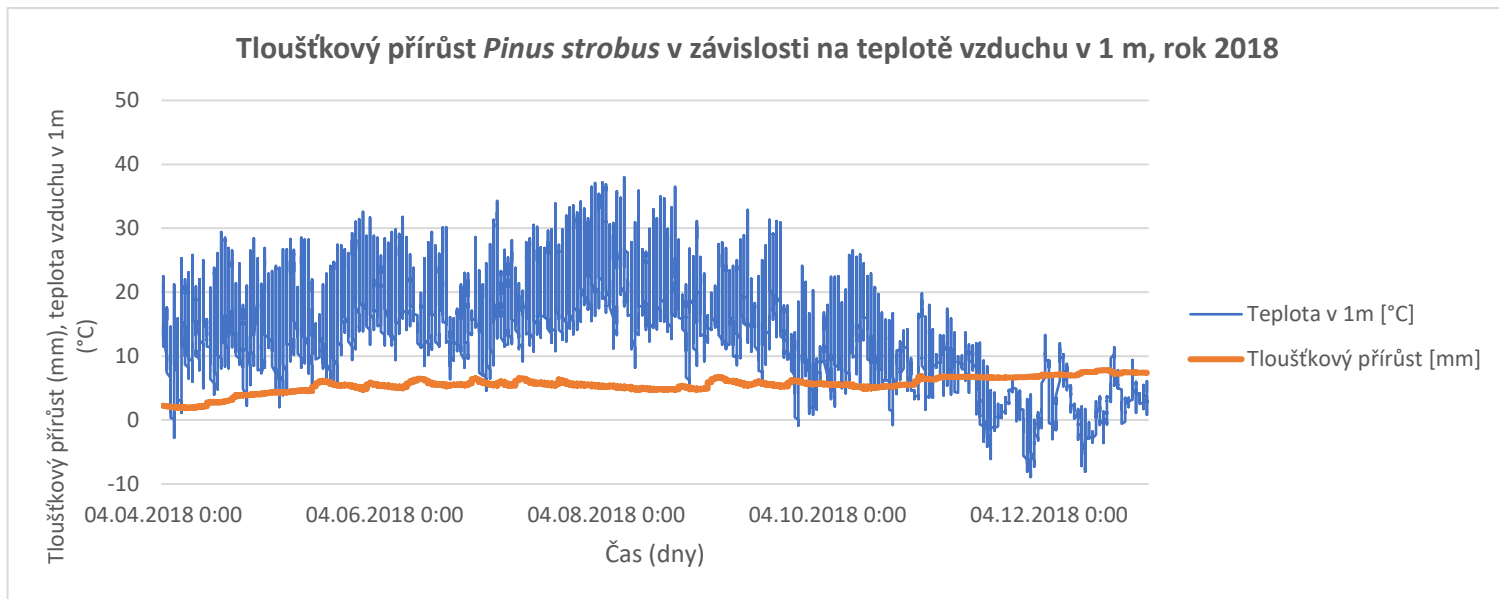
Rok 2017 byl v souvislosti s tloušťkovým přírůstem dosti specifický. Počátek jeho změn byl dle přírůstové křivky stanoven na počátek února, což je neobvyklé. I přes nízké hodnoty teploty půdy a vzduchu, došlo ke změně tloušťkového přírůstu už 5. 2. 2017 (graf č. 49 a 50).

Kulminace tloušťkového přírůstu byla stanovena na 5. 9. 2017. V tomto období jsme zaznamenali pokles hodnot všech tří sledovaných klimatických vlivů (graf č. 49, 50 a 51). Tím nejpodstatnějším byl propad ve vlhkostech půdy z 36 % na 18 % (graf č. 51).

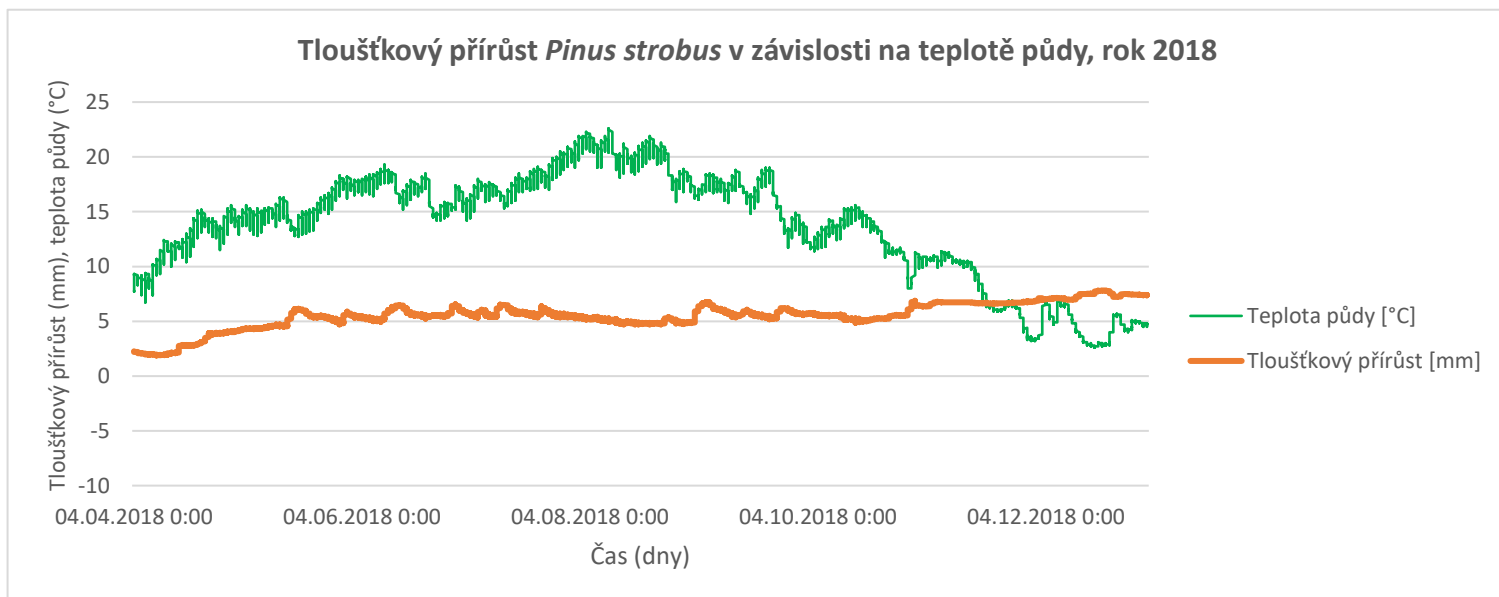
Konec přírůstu byl v roce 2017 stanoven na 11. 11. 2017. Na velké výkyvy vlhkosti půdy a pokles teploty půdy reagovala *Pinus strobus* zastavením svého tloušťkového přirůstání.

V roce 2017 jsme zaznamenali změnu tloušťkového přírůstu u *Pinus strobus* ve výši 21,64 mm.

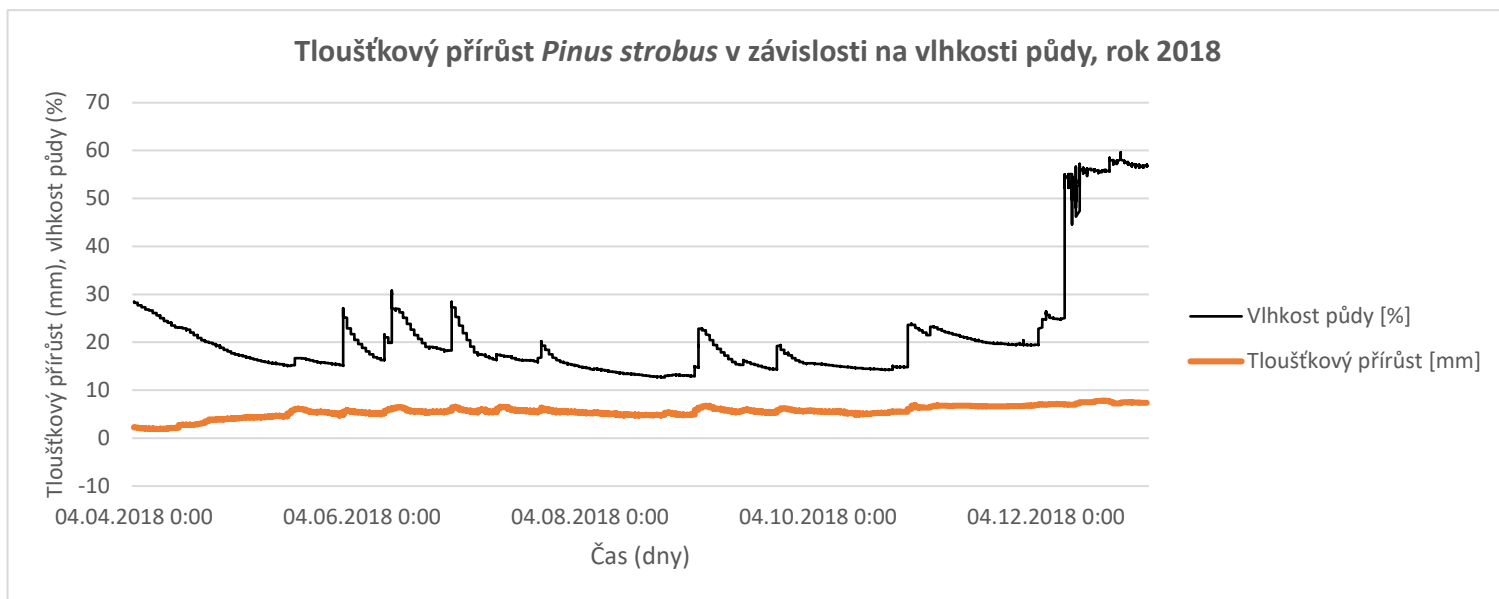
4.4.3 Rok 2018



Graf 52: Závislost tloušťkového přírůstu *Pinus strobus* na teplotě vzduchu v 1 m



Graf 53: Závislost tloušťkového přírůstu *Pinus strobus* na teplotě půdy



Graf 54: Závislost tloušťkového přírůstu *Pinus strobus* na vlhkosti půdy

Tabulka 18: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u *Pinus strobus*

2018	<i>Pinus strobus</i>
Počátek přírůstu	16.04.2018
Kulminace přírůstu	31.10.2018
Konec přírůstu	21.12.2018
Přírůst běžný roční (mm)	5,94

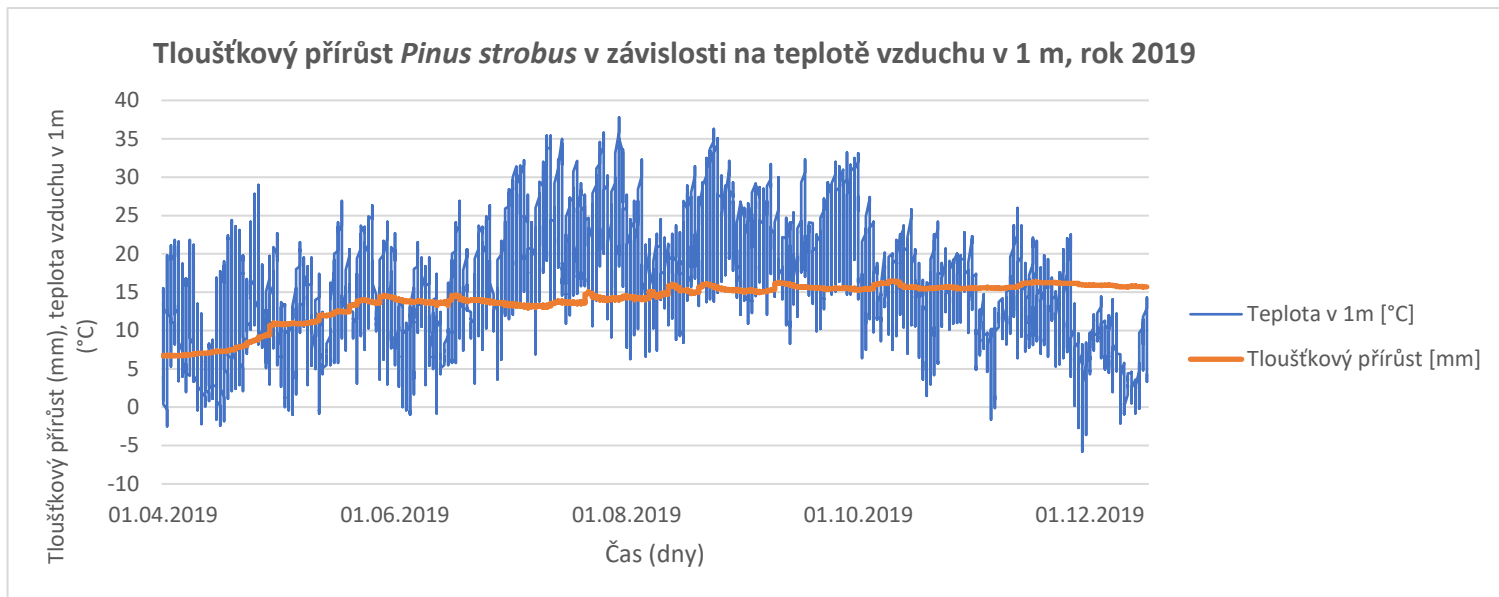
V roce 2018 jsme zaznamenali oproti předchozímu roku opětovný posun v počátku přírůstové aktivity. Počátek tloušťkového přírůstu byl stanoven na 16. 4. 2018. V tomto období jsme zaznamenali nárůst teploty půdy na dostatečnou hodnotu, která se pohybovala kolem 11 °C (graf č. 53).

Kulminace tloušťkového přírůstu dosáhla *Pinus strobus* na konci října. V tomto období jsme sledovali pokles teplot půdy na 8,6 °C. V grafu č. 54 můžeme sledovat klesající tendenci křivky vlhkosti půdy. Na tuto klesající tendenci ve vlhkostech půdy, reagovala *Pinus strobus* dočasným zastavením svého tloušťkového přírůstu.

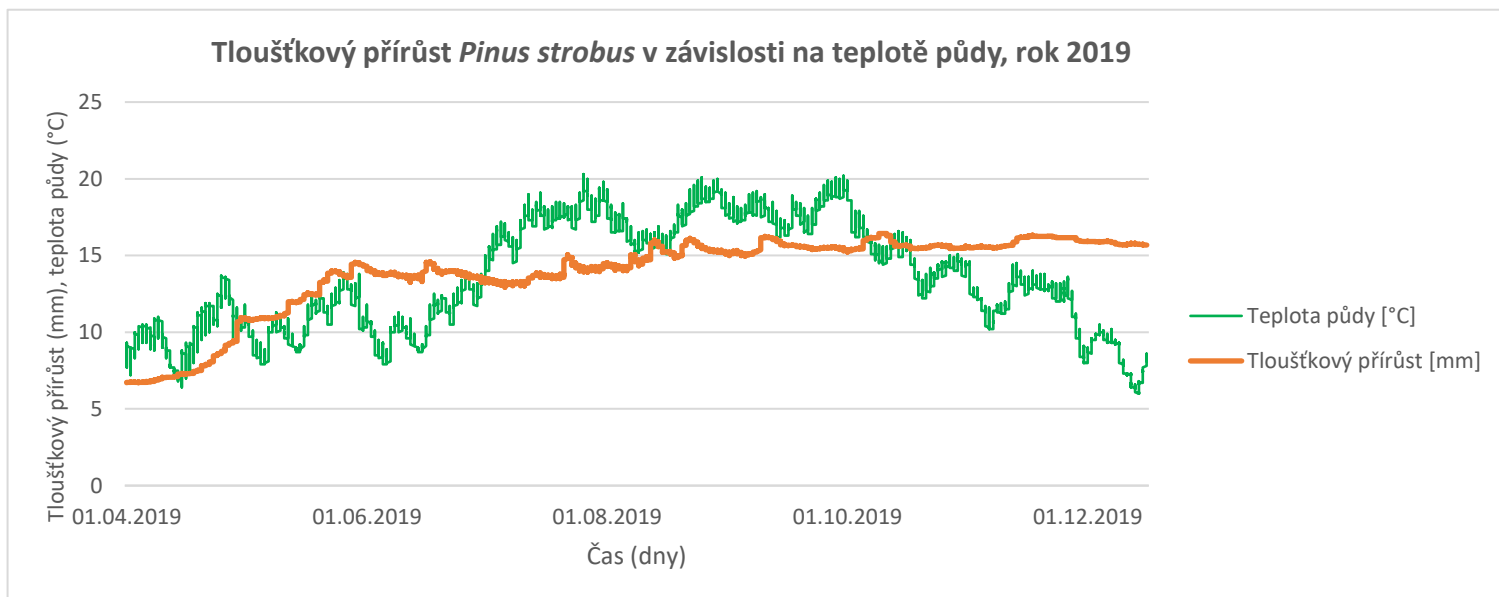
Poslední změnu v hodnotách tloušťkového přírůstu jsme sledovali 21. 12. 2018. Na toto období je přírůstová aktivita dosti neobvyklá, avšak z dat vyplývá, že borovice vejmutovka i v tomto období dokázala reagovat na opětovný vzrůst hodnot vlhkosti půdy mírným přírůstem (graf č. 54).

Celková hodnota tloušťkového přírůstu zaznamenaná v roce 2018 činila pouhých 5,94 mm.

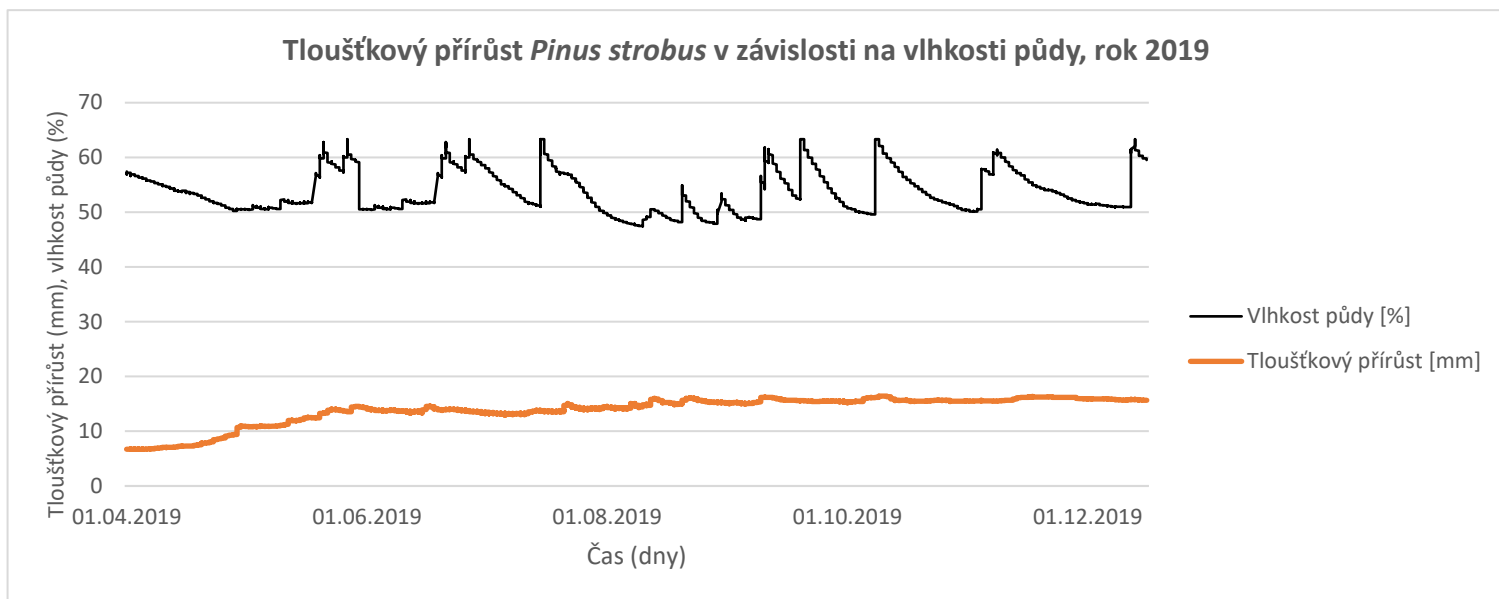
4.4.4 Rok 2019



Graf 55: Závislost tloušťkového přírůstu *Pinus strobus* na teplotě vzduchu v 1 m



Graf 56: Závislost tloušťkového přírůstu *Pinus strobus* na teplotě půdy



Graf 57: Závislost tloušťkového přírůstu *Pinus strobus* na vlhkosti půdy

Tabulka 19: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u *Pinus strobus*

2019	<i>Pinus strobus</i>
Počátek přírůstu	04.04.2019
Kulminace přírůstu	13.10.2019
Konec přírůstu	16.11.2019
Přírůst běžný roční (mm)	9,73

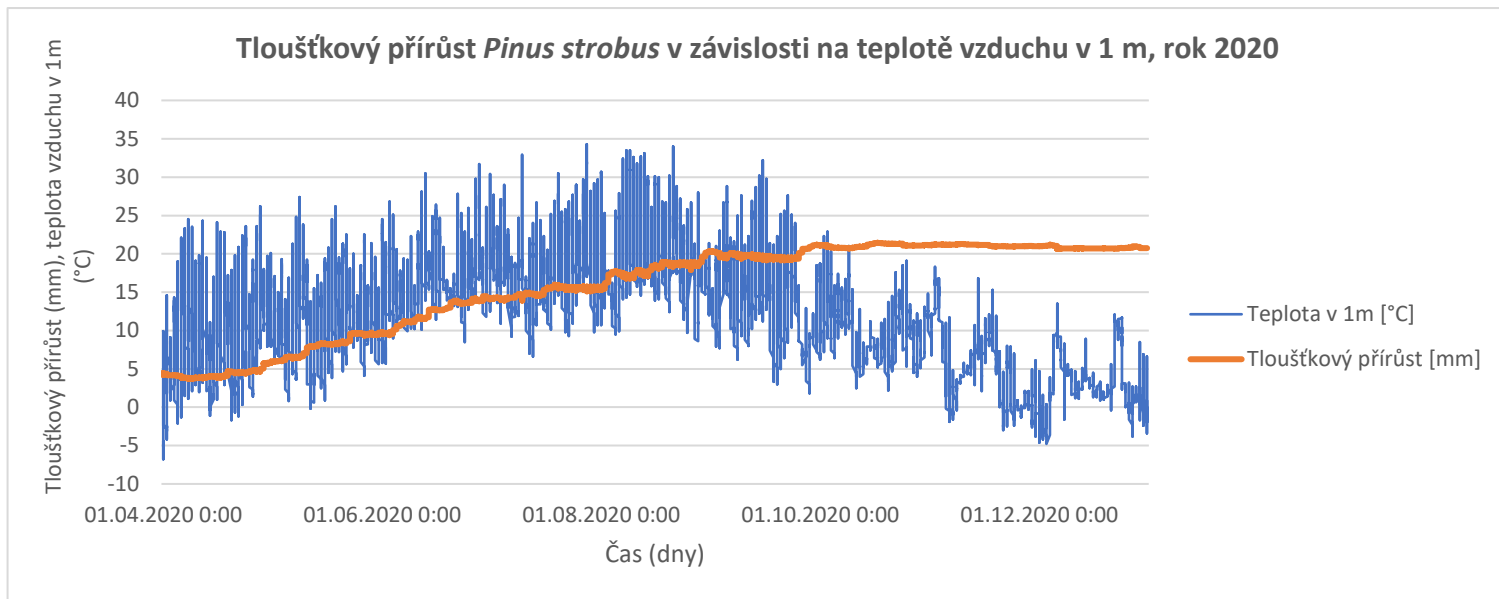
První změny v tloušťkovém přírůstu byly v roce 2019 zaznamenány 4. 4. 2019. Začátkem dubna byly pozorovány nárůsty hodnot v teplotách půdy. V okamžiku, kdy se hodnoty teploty půdy pohybovaly kolem 10 °C, reagovala borovice vejmutovka započítáním své přírůstové aktivity (graf č. 56).

Kulminace přírůstové aktivity byla stanovena na 13. 10. 2019. V tomto období jsme sledovali poklesy v teplotách půdy a vlhkostech půdy (graf č. 56 a 57).

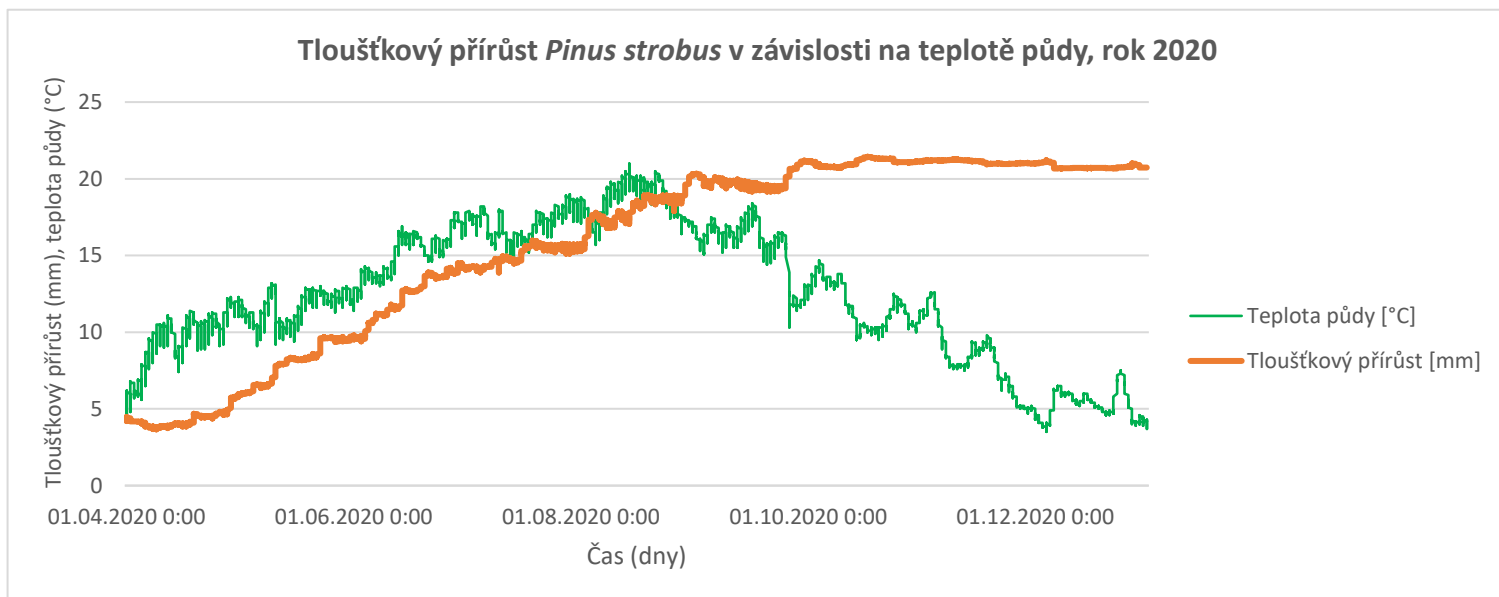
Konec tloušťkového přirůstání byl pozorován 16. 11. 2019. V tomto období dokázala *Pinus strobus* zareagovat na zvýšenou vlhkost půdy poslední změnou v tloušťkovém přírůstu. Následné poklesy hodnot ve všech sledovaných klimatických veličinách znamenaly úplné zastavení tloušťkového přirůstání (graf č. 55, 56 a 57).

U *Pinus strobus* jsme v roce 2019 zaznamenali změnu v tloušťkovém přírůstu o 9,73 mm.

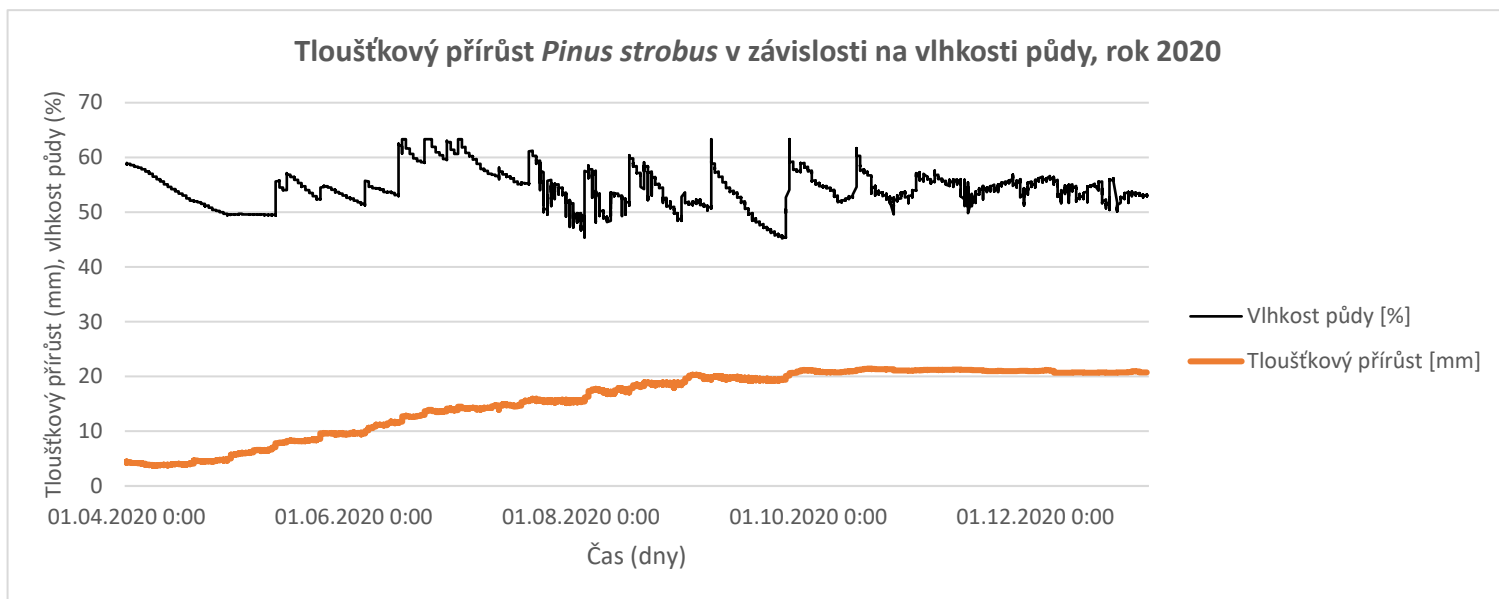
4.4.5 Rok 2020



Graf 58: Závislost tloušťkového přírůstu *Pinus strobus* na teplotě vzduchu v 1 m



Graf 59: Závislost tloušťkového přírůstu *Pinus strobus* na teplotě půdy



Graf 60: Závislost tloušťkového přírůstu *Pinus strobus* na vlhkosti půdy

Tabulka 20: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u *Pinus strobus*

2020	<i>Pinus strobus</i>
Počátek přírůstu	19.04.2020
Kulminace přírůstu	01.10.2020
Konec přírůstu	19.10.2020
Přírůst běžný roční (mm)	17,78

V posledním sledovaném vegetačním období, kterým byl rok 2020, jsme zaznamenali první změnu v tloušťkovém přírůstu 19. 4. 2020. Stejně jako v předchozích sledovaných obdobích dokázala na začátku vegetačního období nejvíce reagovat na nárůst teplot půdy. V kombinaci s dostatečnou vlhkostí půdy můžeme sledovat velmi rychlý nárůst tloušťkového přírůstu (graf č. 59 a 60).

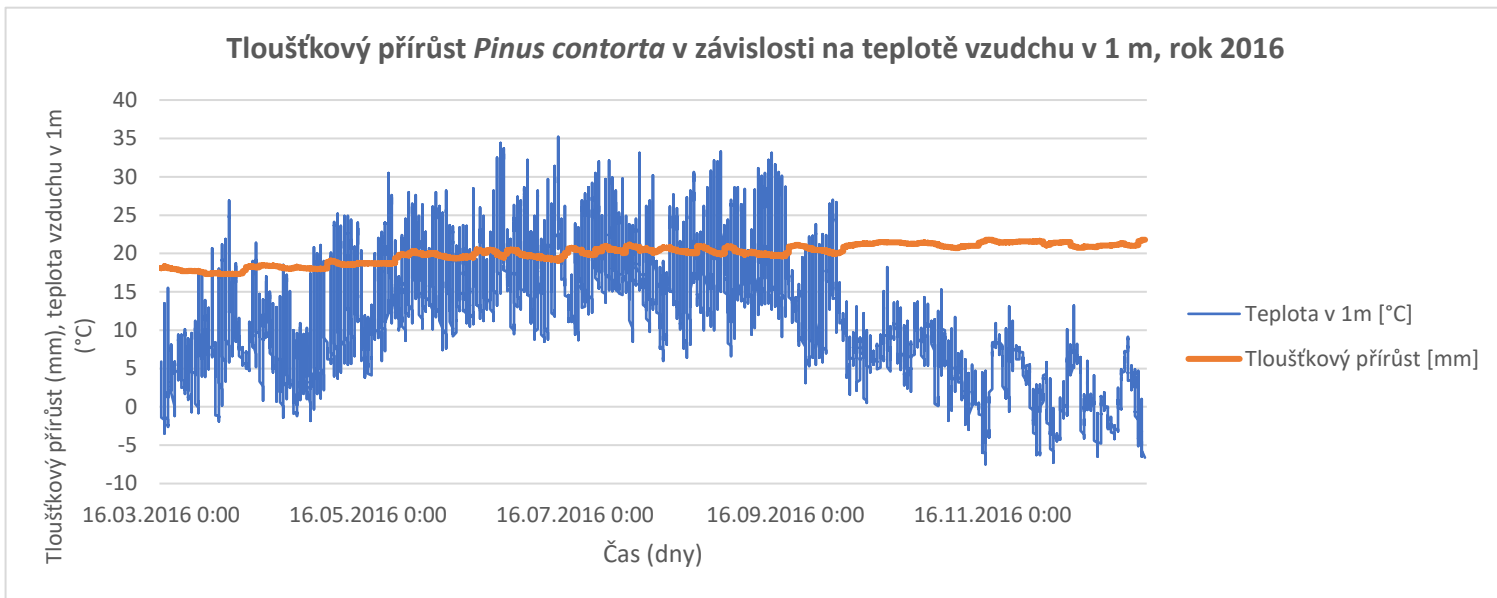
Kulminace tloušťkového přirůstání byla zaznamenána 1. 10. 2020. Na začátku října roku 2020 jsme pozorovali poklesy hodnot všech tří sledovaných klimatických veličin, *Pinus strobus* reagovala snížením tloušťkového přírůstu (graf č. 58, 59 a 60).

Poslední změna v tloušťkovém přírůstu byla zaznamenána 19. 10. 2020.

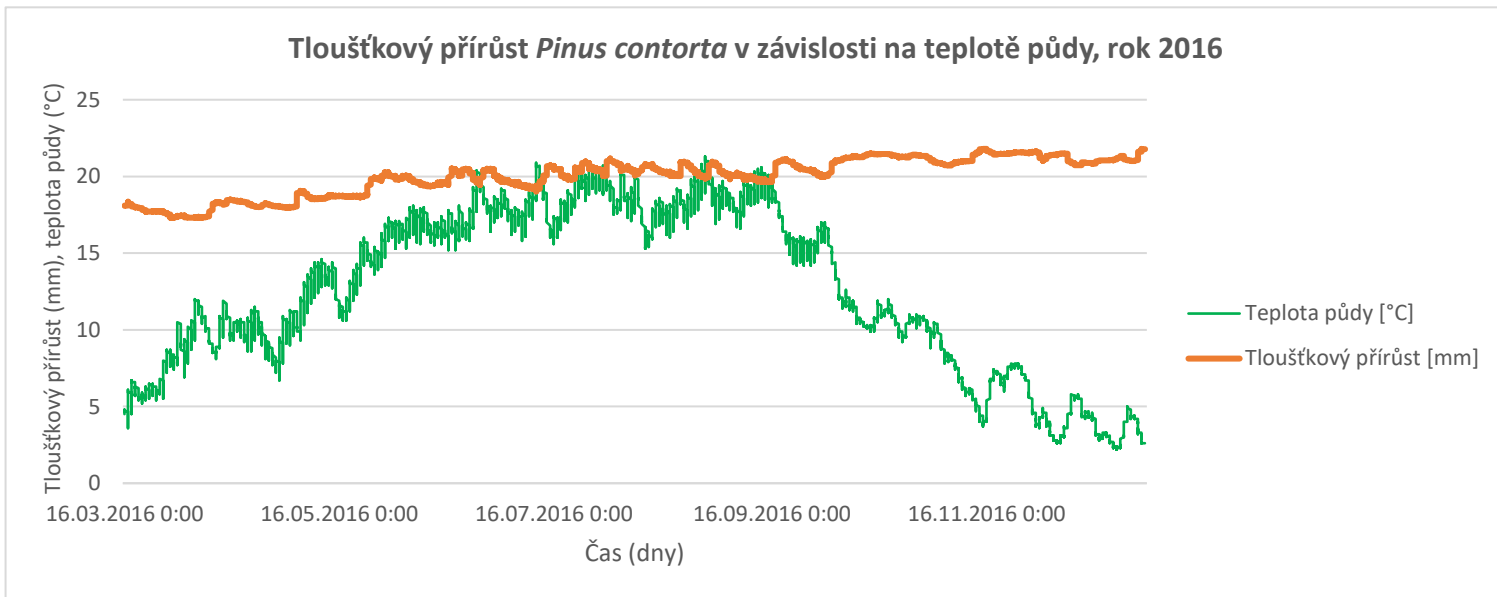
Za pozorované vegetační období v roce 2020 dokázala borovice vejmutovka zvýšit hodnotu svého tloušťkového přírůstu o 17,78 mm.

4.5 Hodnocení sezónního přírůstu u *Pinus contorta*

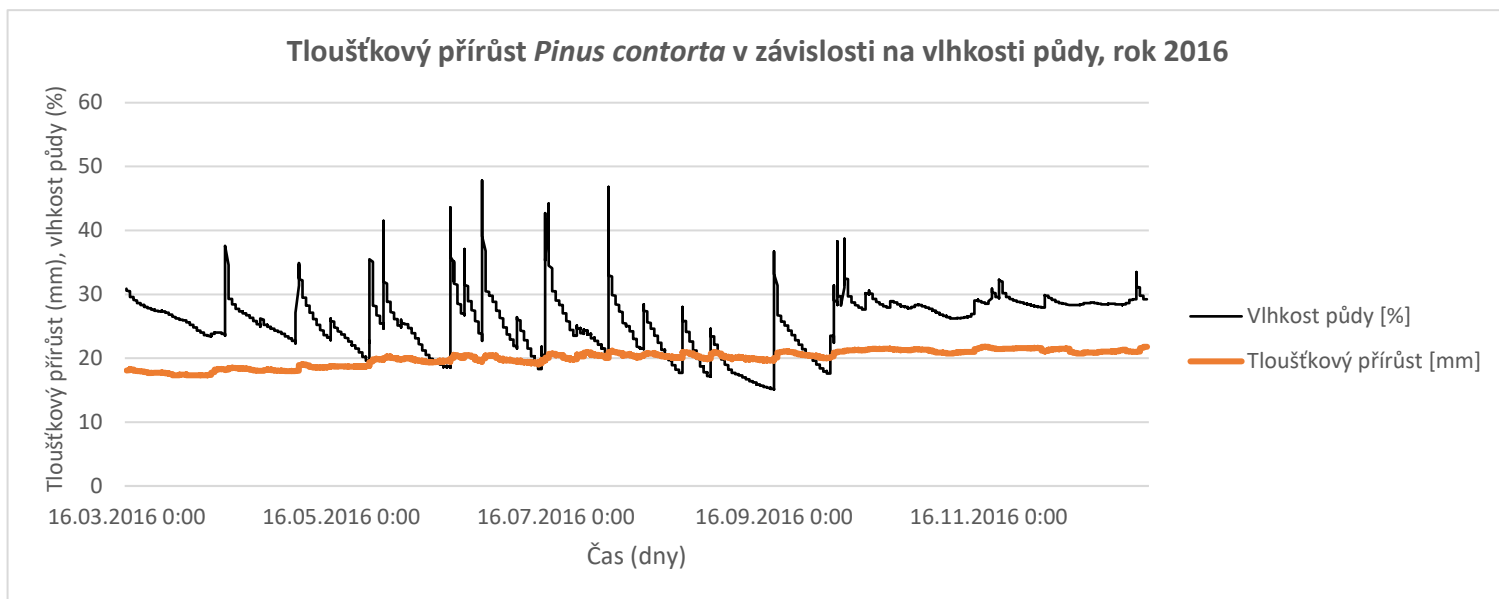
4.5.1 Rok 2016



Graf 61: Závislost tloušťkového přírůstu *Pinus contorta* na teplotě vzduchu v 1 m



Graf 62: Závislost tloušťkového přírůstu *Pinus contorta* na teplotě půdy



Graf 63: Závislost tloušťkového přírůstu *Pinus contorta* na vlhkosti půdy

Tabulka 21: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u *Pinus contorta*

2016	<i>Pinus contorta</i>
Počátek přírůstu	09.04.2016
Kulminace přírůstu	07.10.2016
Konec přírůstu	16.11.2016
Přírůst běžný roční (mm)	4,5

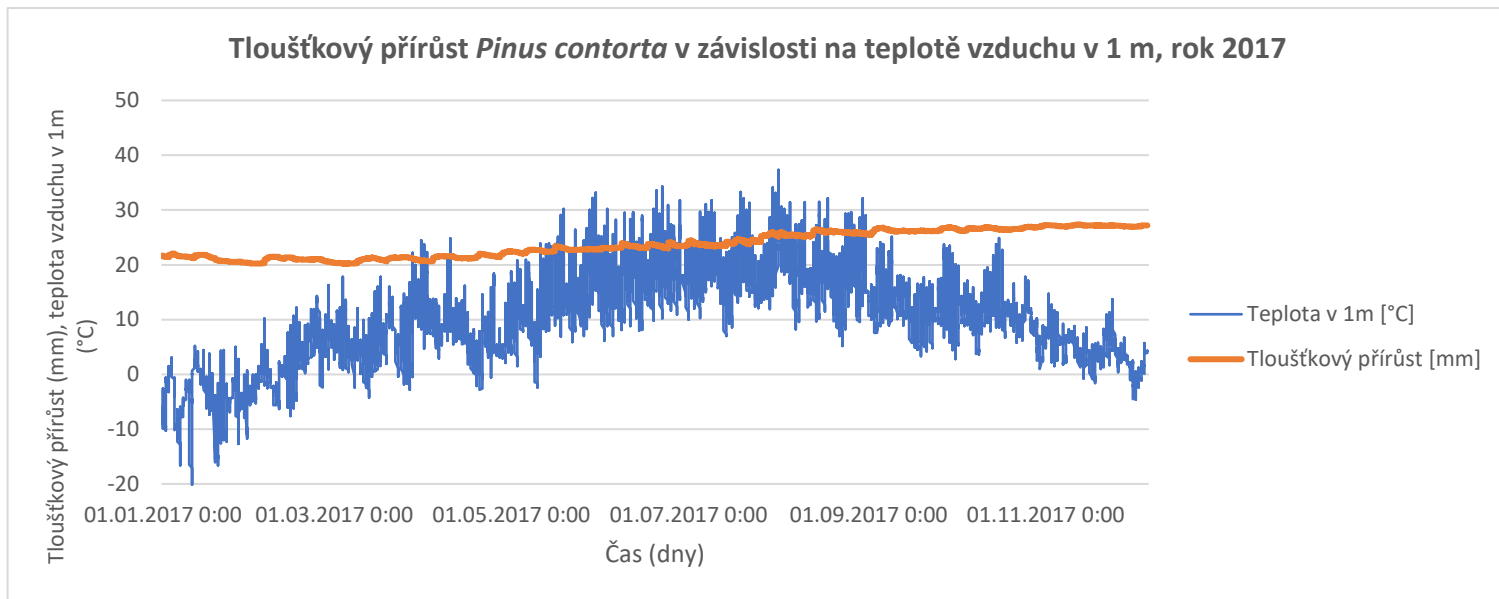
V roce 2016 jsme u borovice pokroucené sledovali počátek přírůstové aktivity na začátku dubna. V tomto období jsme zaznamenali nárůst teploty půdy. Stejně jako u ostatních sledovaných druhů, můžeme i u borovice pokroucené konstatovat, že počátek tloušťkové aktivity je spojen s ohřátím půdy na teplotu kolem 10 °C (graf č. 62).

Kulminace tloušťkového přírůstu byla zaznamenána na začátku října. Během celého sledovaného období borovice pokroucená velmi výrazně reagovala na vlhkost půdy, při výkyvech této sledované klimatické veličiny docházelo i výkyvům tloušťkového přírůstu (graf č. 63).

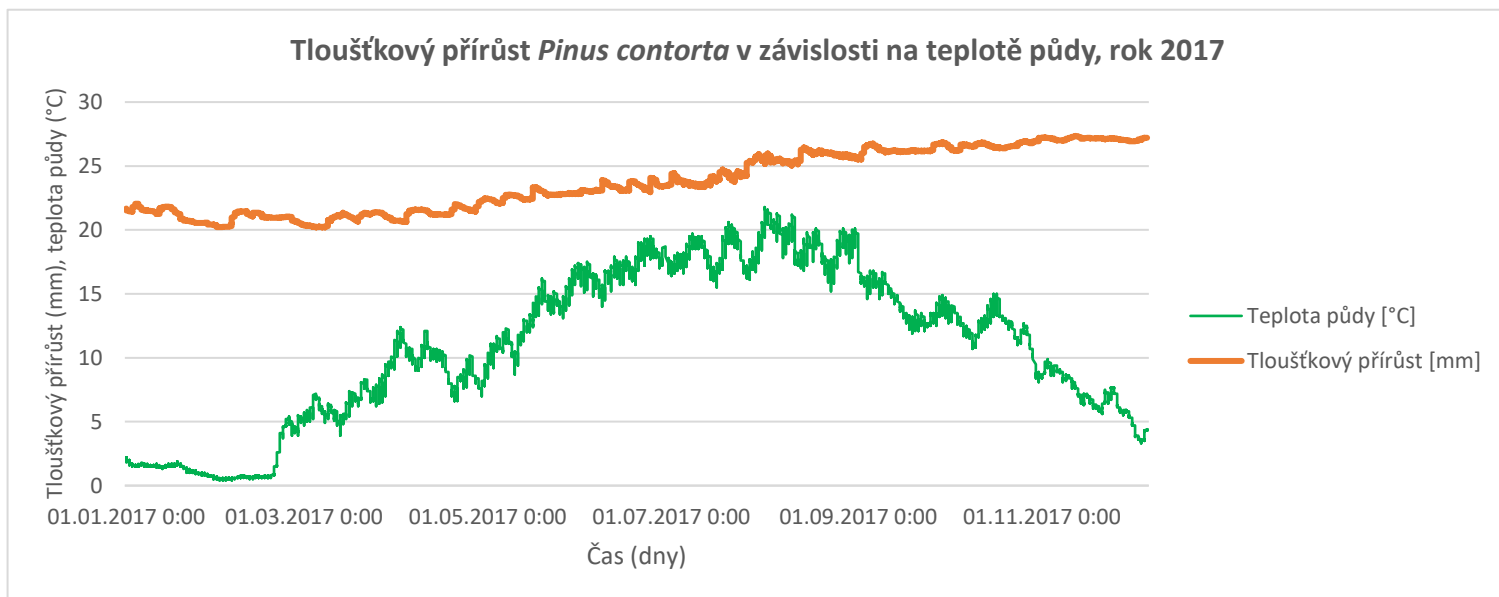
Konec tloušťkového přírůstu byl zaznamenán 16. 11. 2016. V tomto období jsme zaznamenali poklesy hodnot všech tří sledovaných veličin (graf č. 61, 62 a 63).

Hodnota tloušťkového přírůstu borovice pokroucené v roce 2016 činila 4,5 mm.

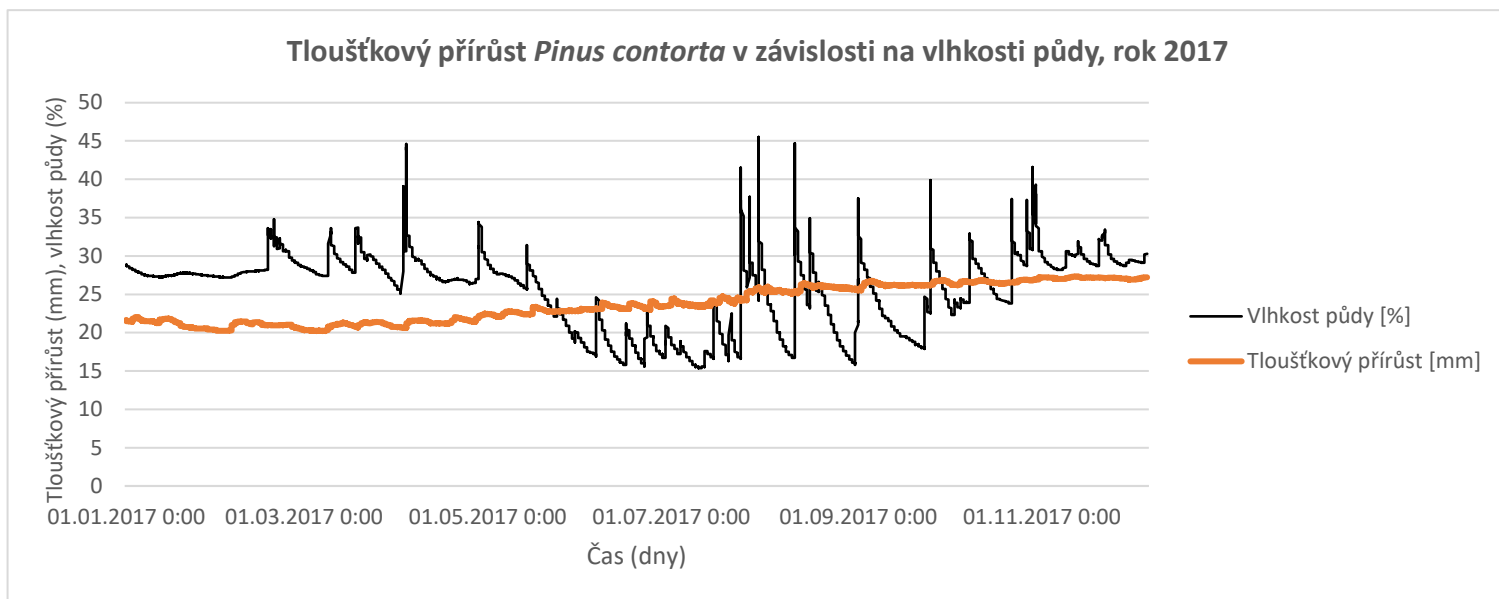
4.5.2 Rok 2017



Graf 64: Závislost tloušťkového přírůstu *Pinus contorta* na teplotě vzduchu v 1 m



Graf 65: Závislost tloušťkového přírůstu *Pinus contorta* na teplotě půdy



Graf 66: Závislost tloušťkového přírůstu *Pinus contorta* na vlhkosti půdy

Tabulka 22: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u *Pinus contorta*

2017	<i>Pinus contorta</i>
Počátek přírůstu	05.02.2017
Kulminace přírůstu	06.09.2017
Konec přírůstu	11.11.2017
Přírůst běžný roční (mm)	7,15

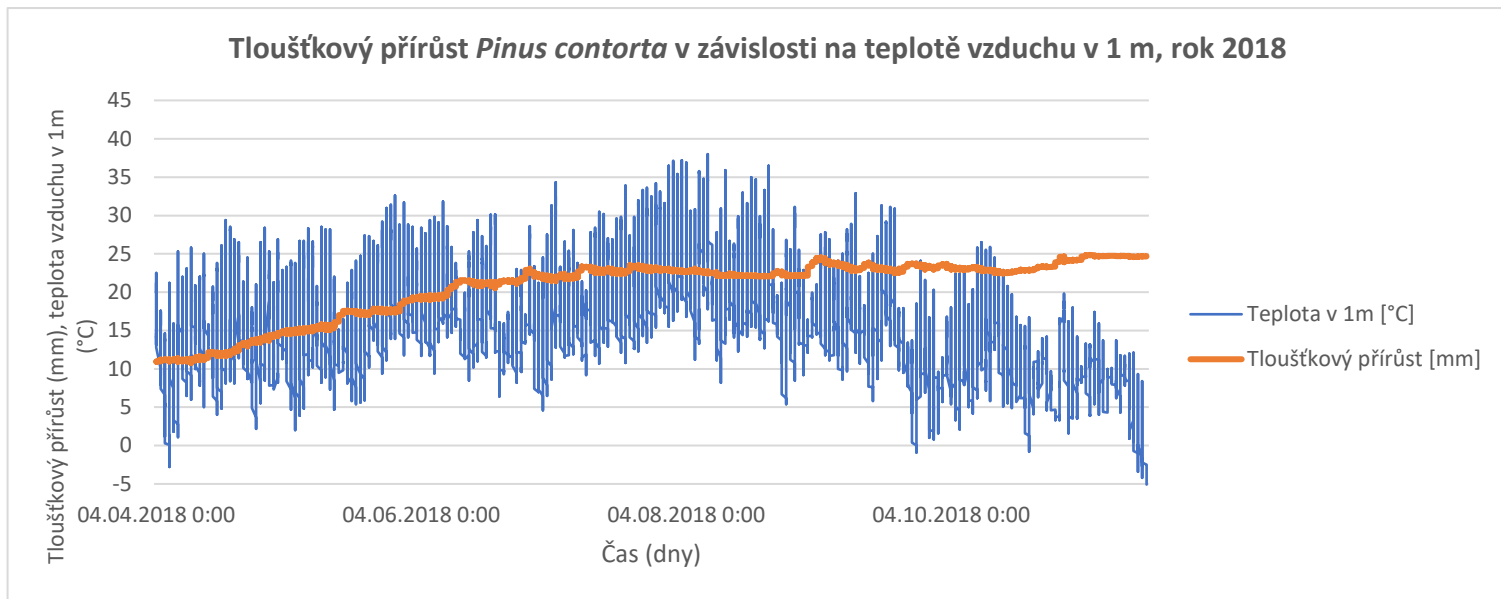
Rok 2017 byl z hlediska tloušťkového přírůstu u borovice pokroucené velmi produktivní. Tato produktivita byla spojena s tím, že první změnu v tloušťkovém přírůstu jsme zaznamenali již 5. 2. 2017. Pro tento druh je takto časná změna v tloušťkovém přírůstu velmi neobvyklá.

Kulminace tloušťkového přírůstu byla zaznamenána na začátku září. V tomto období byl zaznamenán velký nárůst vlhkosti půdy, na kterou borovice pokroucená i v roce 2017 velmi výrazně reagovala (graf č.66).

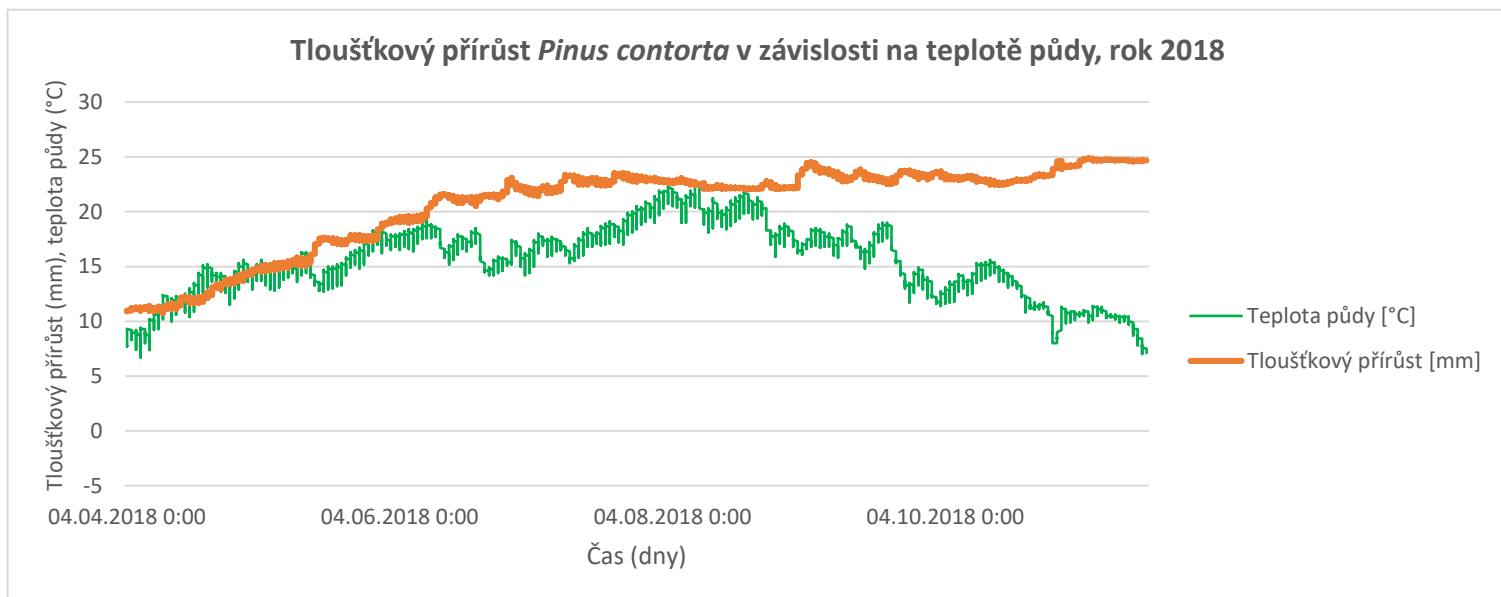
Konec tloušťkového přírůstu byl zaznamenán 11. 11. 2017. V polovině listopadu došlo k nárůstu hodnot vlhkosti půdy, kdy i v tomto pozdním období dokázala borovice pokroucená pozitivně zareagovat na tuto klimatickou veličinu.

Rok 2017 byl z hlediska tloušťkového přírůstu velmi produktivní. *Pinus contorta* dokázala změnit svůj tloušťkový přírůst o 7,15 mm.

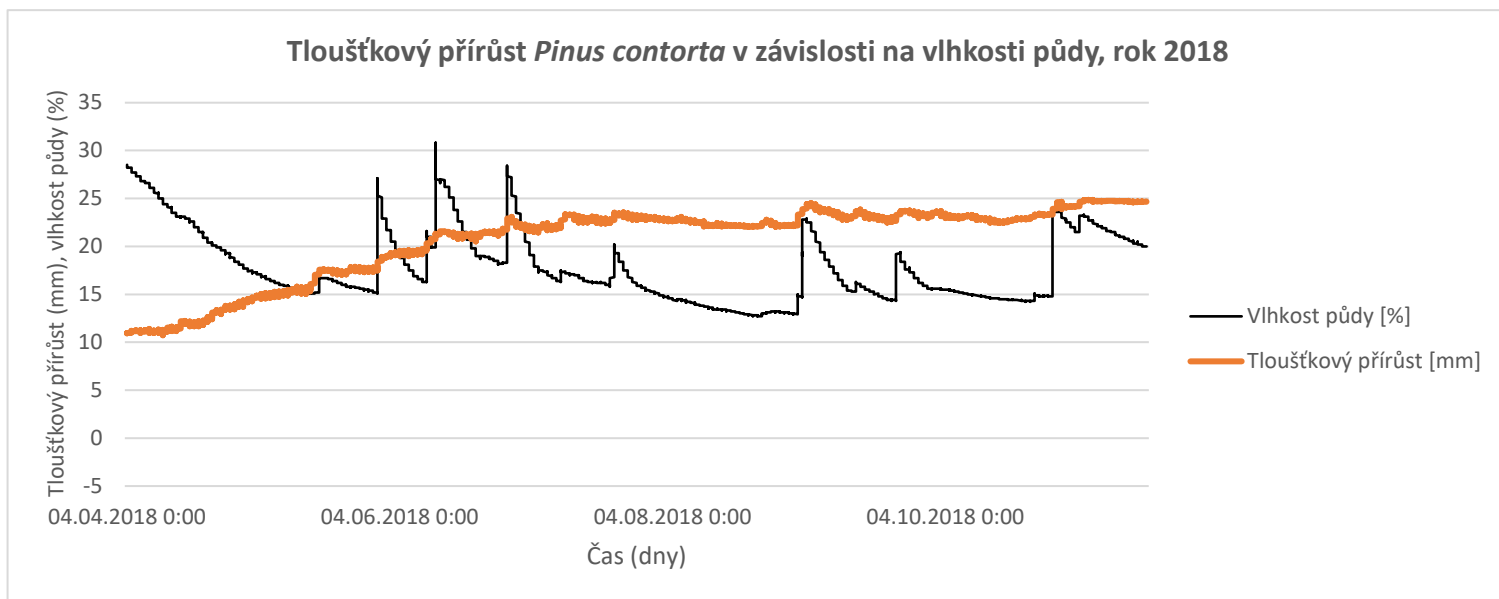
4.5.3 Rok 2018



Graf 67: Závislost tloušťkového přírůstu *Pinus contorta* na teplotě vzduchu v 1 m



Graf 68: Závislost tloušťkového přírůstu *Pinus contorta* na teplotě půdy



Graf 69: Závislost tloušťkového přírůstu *Pinus contorta* na vlhkosti půdy

Tabulka 23: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u *Pinus contorta*

2018	<i>Pinus contorta</i>
Počátek přírůstu	04.04.2018
Kulminace přírůstu	05.09.2018
Konec přírůstu	06.11.2018
Přírůst běžný roční (mm)	14,13

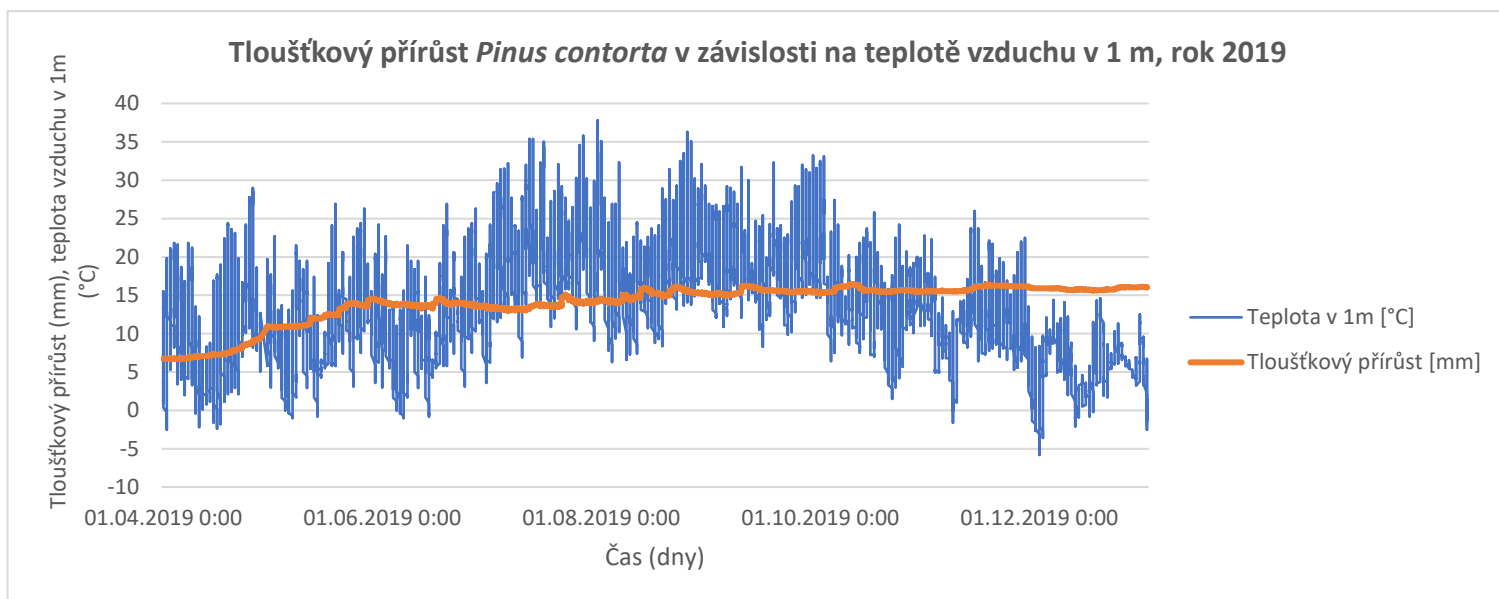
V roce 2018 jsme zaznamenali první změny na začátku dubna. V tomto období došlo k nárůstu teploty půdy a teploty vzduchu. I vlhkost půdy dosahovala v tomto období vysokých hodnot (graf č. 67, 68 a 69).

Kulminace dosáhla borovice pokroucená začátkem měsíce září. V tomto období jsme zaznamenali nárůst ve vlhkosti půdy, hodnota této veličiny začala následně opět klesat. Z grafu č. 69 je zřejmé, že *Pinus contorta* zareagovala na nárůst této hodnoty zvýšením svého tloušťkového přírůstu, následně při poklesu vlhkosti půdy zastavila svůj tloušťkový přírůst.

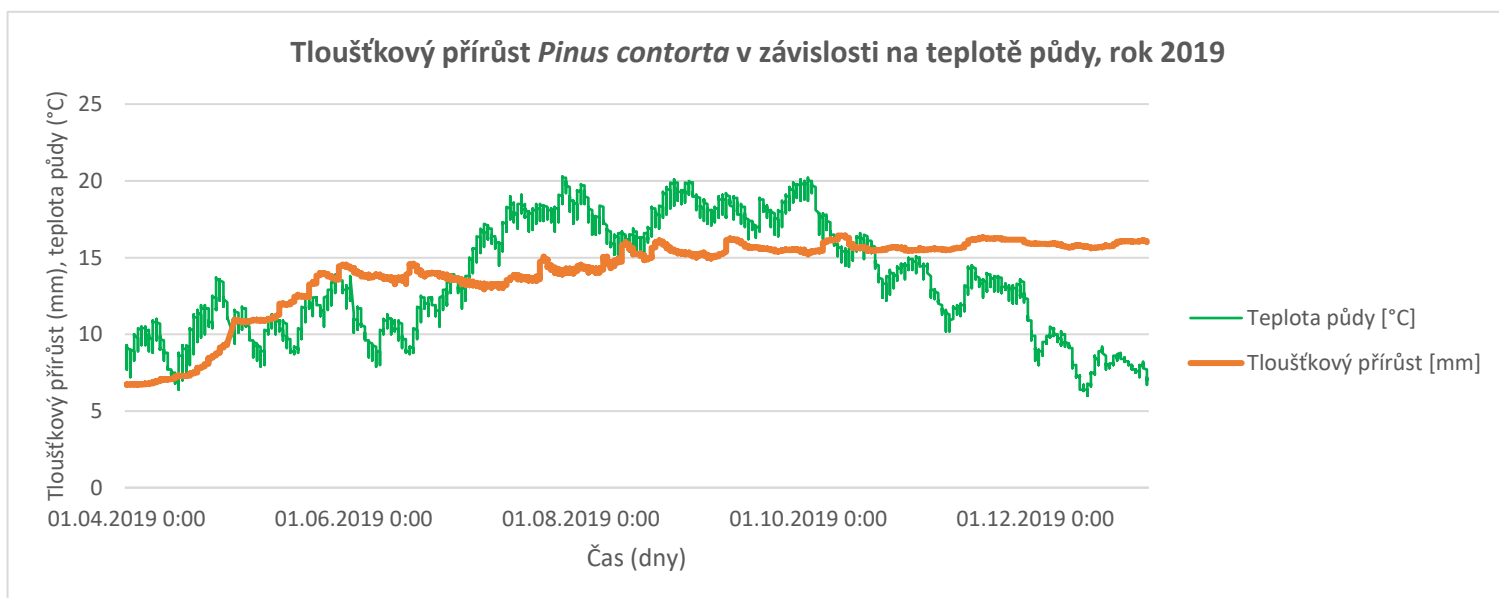
Konec tloušťkového přírůstu byl zaznamenán 6. 11. 2018. Stejně jako v předchozím roce dokázala borovice pokroucená i v tomto období zareagovat na nárůst vlhkosti půdy zvýšením svého tloušťkového přírůstu.

Rok 2018 byl za celé sledované období rokem nejproduktivnějším. U *Pinus contorta* jsme zaznamenali změnu tloušťkového přírůstu o 14,13 mm.

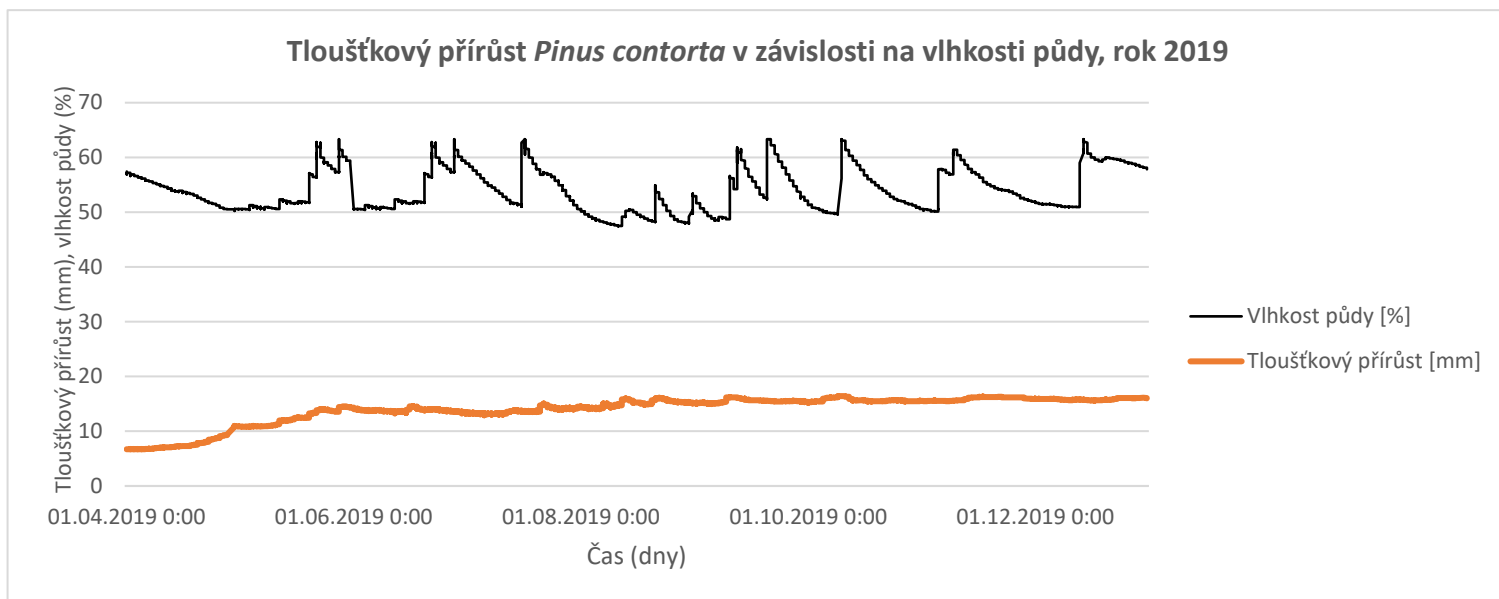
4.5.4 Rok 2019



Graf 70: Závislost tloušťkového přírůstu *Pinus contorta* na teplotě vzduchu v 1 m



Graf 71: Závislost tloušťkového přírůstu *Pinus contorta* na teplotě půdy



Graf 72: Závislost tloušťkového přírůstu *Pinus contorta* na vlhkosti půdy

Tabulka 24: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u *Pinus contorta*

2019	<i>Pinus contorta</i>
Počátek přírůstu	08.04.2019
Kulminace přírůstu	12.10.2019
Konec přírůstu	15.11.2019
Přírůst běžný roční (mm)	9,73

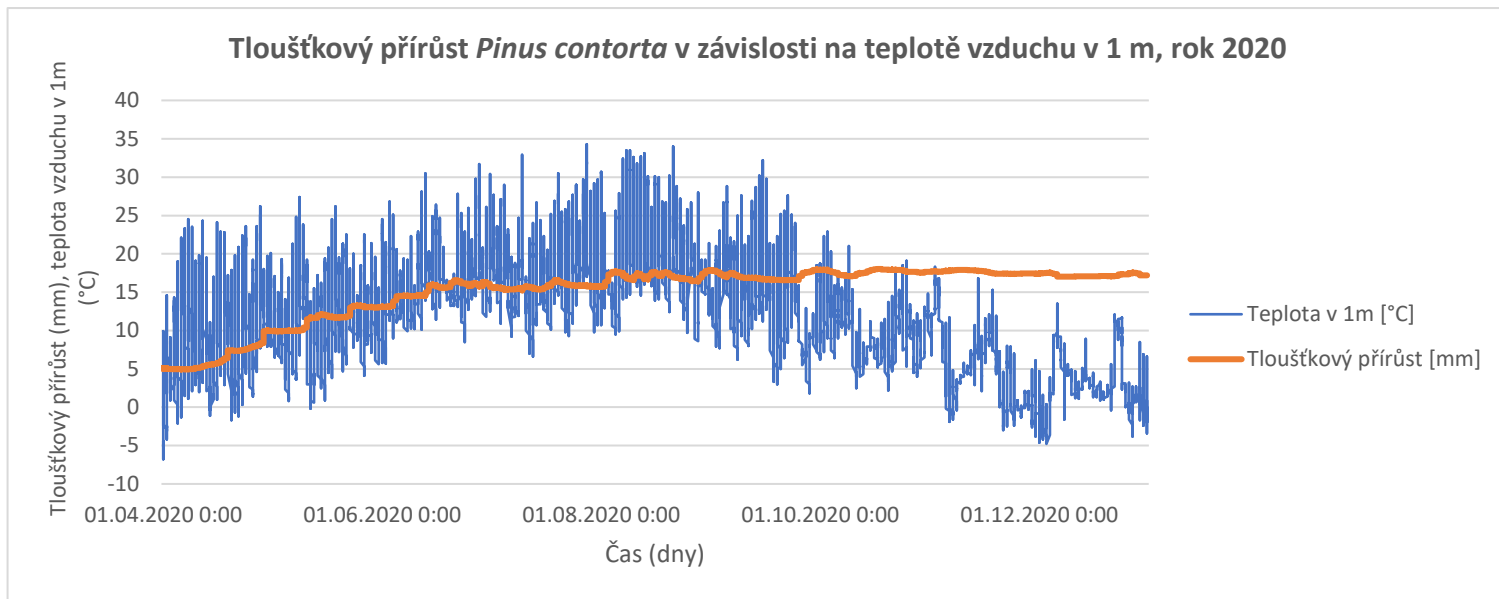
V roce 2019 byla první změna tloušťkového přírůstu zaznamenána 8. 4. 2019. V tomto období výrazně rostla teplota půdy, která má na začátek tloušťkového přírůstu největší vliv (graf č. 71). Během celého roku 2019 byly pozorovány vysoké hodnoty vlhkosti půdy, která měla pozitivní vliv na hodnotu tloušťkového přírůstu (graf č. 72).

Kulminace tloušťkového přírůstu byla oproti předchozím rokům o něco posunuta. Stanovena byla na 12. 10. 2019, poté byly zaznamenány poklesy ve vlhkostech a teplotách půdy (graf č. 71 a 72).

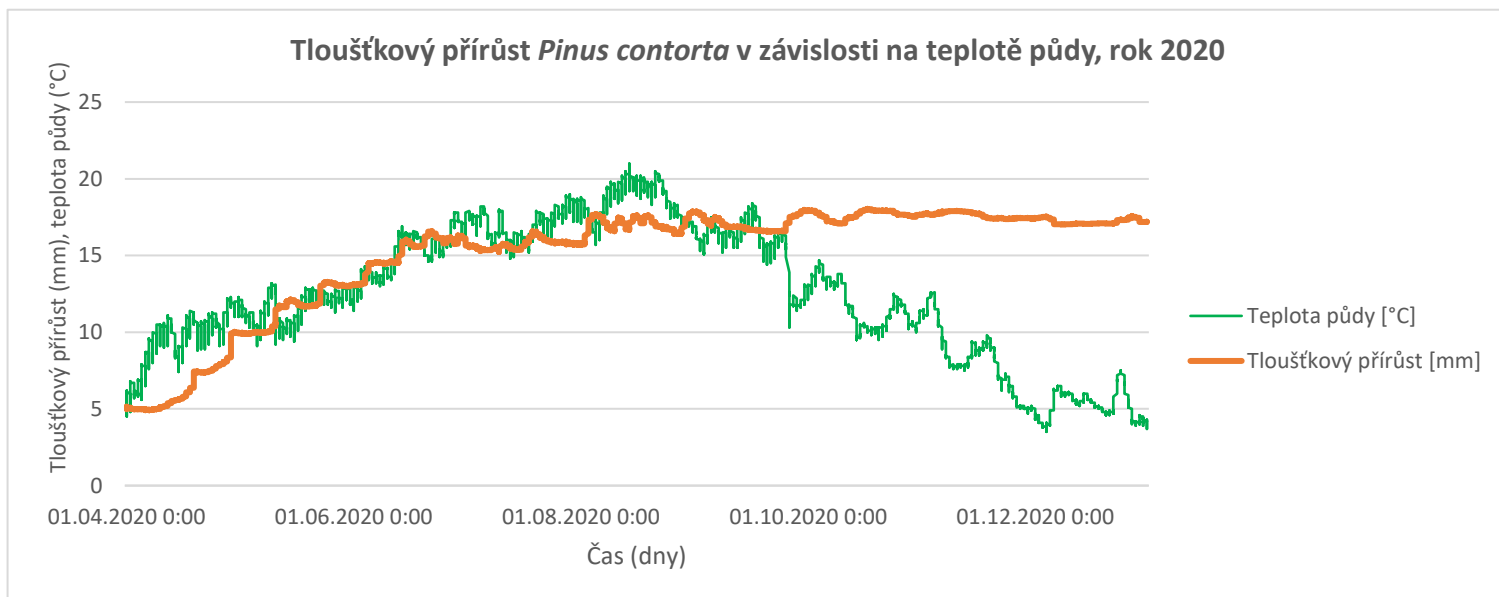
Ukončení tloušťkového přírůstání bylo zaznamenáno 15. 11. 2019. Po tomto datu se hodnota tloušťkového přírůstu výrazně neměnila.

Tloušťkový přírůst dosažený borovicí pokroucenou dosáhl v roce 2019 hodnoty 9,73 mm.

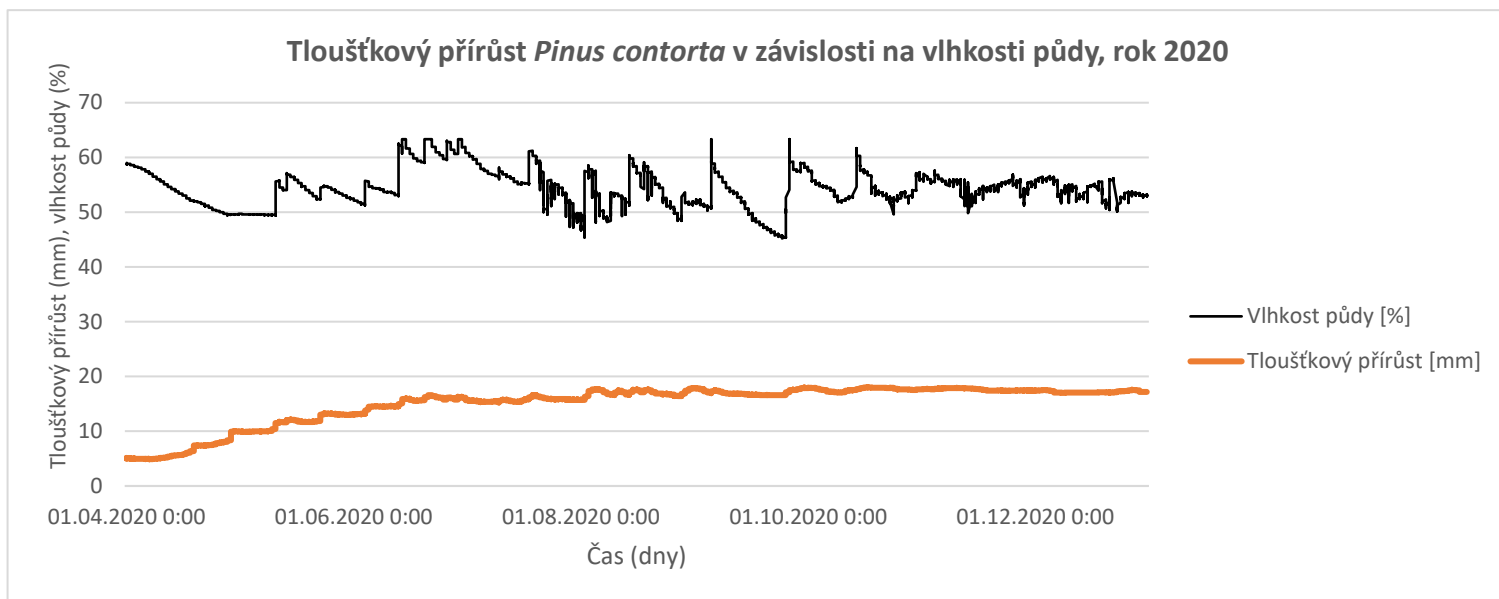
4.5.5 Rok 2020



Graf 73: Závislost tloušťkového přírůstu *Pinus contorta* na teplotě vzduchu v 1 m



Graf 74: Závislost tloušťkového přírůstu *Pinus contorta* na teplotě půdy



Graf 75: Závislost tloušťkového přírůstu *Pinus contorta* na vlhkosti půdy

Tabulka 25: Hodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu u *Pinus contorta*

2020	<i>Pinus contorta</i>
Počátek přírůstu	10.04.2020
Kulminace přírůstu	19.10.2020
Konec přírůstu	10.11.2020
Přírůst běžný roční (mm)	13,12

První změny tloušťkového přírůstu byly v roce 2020 zaznamenány 10. 4. 2020. Stejně jako v předchozích letech borovice pokroucená velmi pozitivně reagovala na rostoucí hodnoty teploty půdy (graf č. 74).

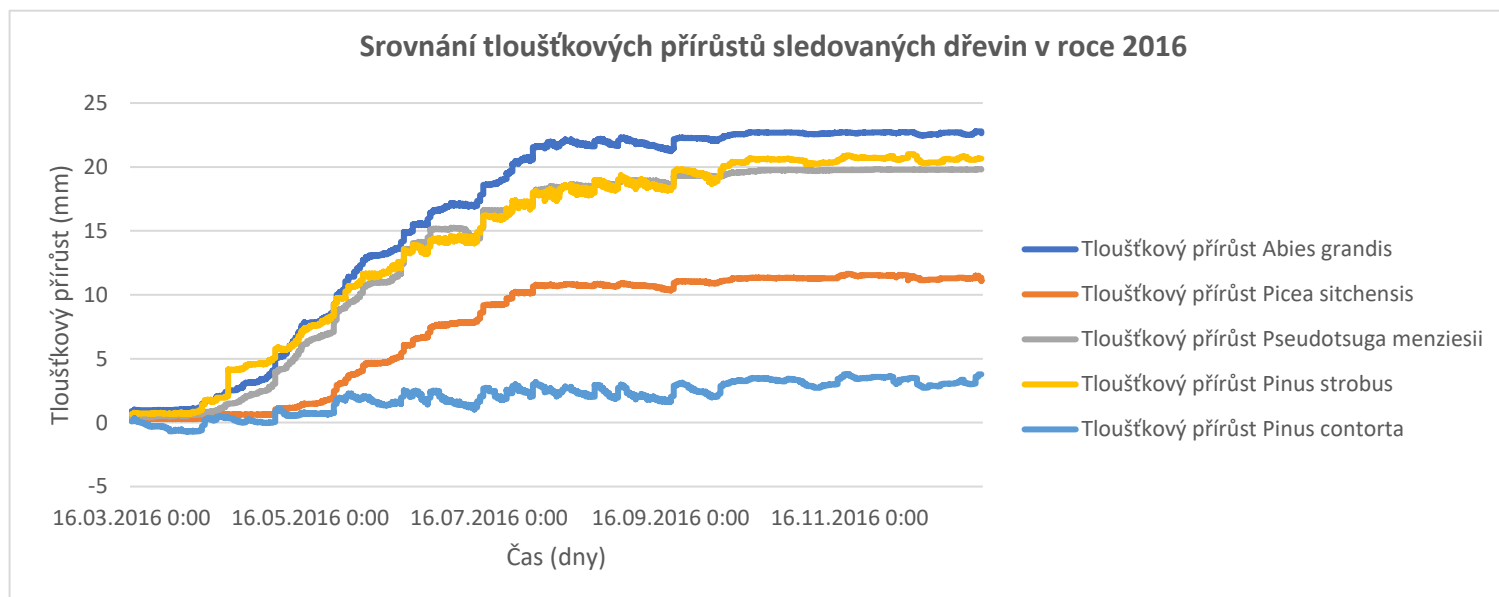
Kulminace byla stejně jako v předešlém roce o něco posunuta, stanovena byla na 19. 10. 2020. V průběhu celého vegetačního období borovice pokroucená velmi výrazně reagovala na výkyvy vlhkostí půdy a teplot půdy (graf č. 74 a 75).

Konec přírůstu byl zaznamenán 10. 11. 2020. V polovině listopadu byly zaznamenány poklesy hodnot teplot půdy a vzduchu, na které borovice pokroucená reagovala zastavením svého tloušťkového přírůstu (graf č. 73 a 74).

Celkový tloušťkový přírůst dosažený borovicí pokroucenou v roce 2020 činil 13,12 mm.

4.6 Srovnání tloušťkových přírůstu sledovaných druhů

4.6.1 Rok 2016



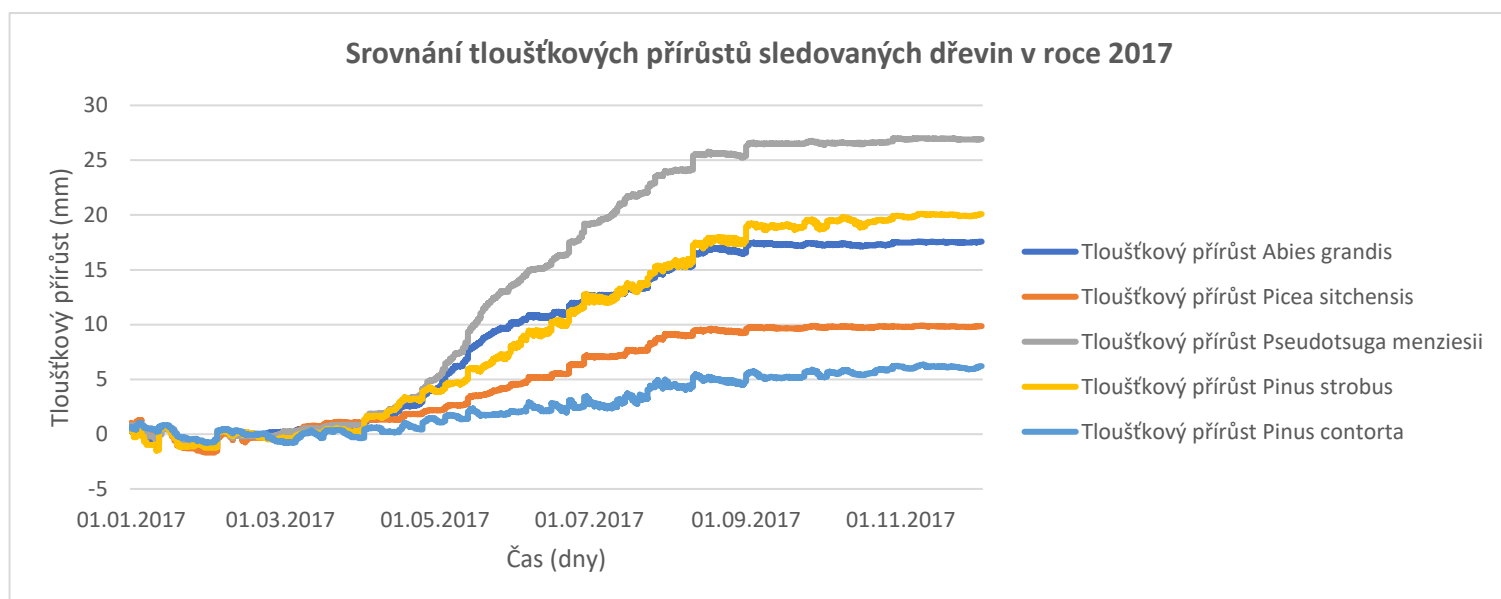
Graf 76: Porovnání tloušťkových přírůstů sledovaných druhů v roce 2016

Tabulka 26: Dosažené tloušťkové přírůsty sledovaných dřevin v roce 2016

2016	Tloušťkový přírůst (mm)
<i>Abies grandis</i>	21,98
<i>Picea sitchensis</i>	11,38
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	19,43
<i>Pinus strobus</i>	20,35
<i>Pinus contorta</i>	4,5

V roce 2016 jsme zaznamenali nejvyšší tloušťkový přírůst u jedle obrovské, činil 21,98 mm. Z pohledu tloušťkového přírůstu se v roce 2016 velmi pozitivně projevila borovice vejmutovka, která zvětšila svou tloušťku o 20,35 mm. Třetí nejproduktivnější dřevinou v tomto roce byla douglaska tisolistá, jejíž tloušťkový přírůst se zastavil těsně pod hranicí 20 mm. Přírůsty druhu smrk sitka byly oproti ostatním druhům méně významné, hodnota přírůstu byla 11,38 mm, což je hodnota blízcí se polovině přírůstu ve srovnání s nejproduktivnější jedlí obrovskou. Borovice pokroucená svou tloušťku změnila jen velmi nepatrně, a to o pouhých 4,5 mm.

4.6.2 Rok 2017



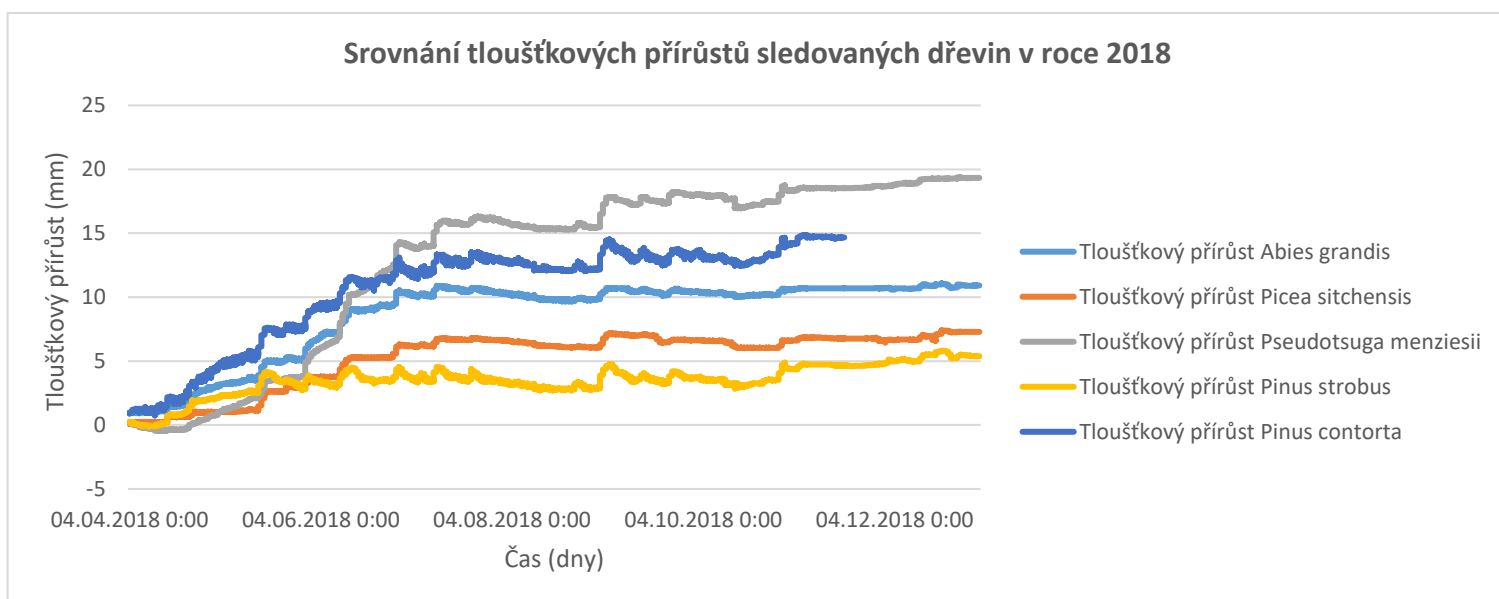
Graf 77: Porovnání tloušťkových přírůstů sledovaných druhů v roce 2017

Tabulka 27: Dosažené tloušťkové přírůsty sledovaných dřevin v roce 2017

2017	Tloušťkový přírůst (mm)
<i>Abies grandis</i>	17,23
<i>Picea sitchensis</i>	11,59
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	28,2
<i>Pinus strobus</i>	21,64
<i>Pinus contorta</i>	7,15

Oproti předchozímu roku se v roce 2017 projevovala intenzivnějším tloušťkovým přírůstem douglaska tisolistá, která zvětšila svou tloušťku o 28,2 mm. Borovice vejmutovka vykázala v tomto roce přibližně stejnou hodnotu tloušťkového přírůstu jako v roce předchozím, tato hodnota přírůstu činila 21,64 mm. Třetího nejvyššího přírůstu dosáhla jedle obrovská, která v roce 2017 přirostla o 17,23 mm. Smrk sitka dosahoval velmi podobných hodnot přírůstu jako v předcházejícím roce, jeho přírůst činil 11,59 mm. Druhem s nejmenším přírůstem za tento rok byla borovice pokroucená, jejíž přírůst dosáhl hodnoty 7,15 mm.

4.6.3 Rok 2018



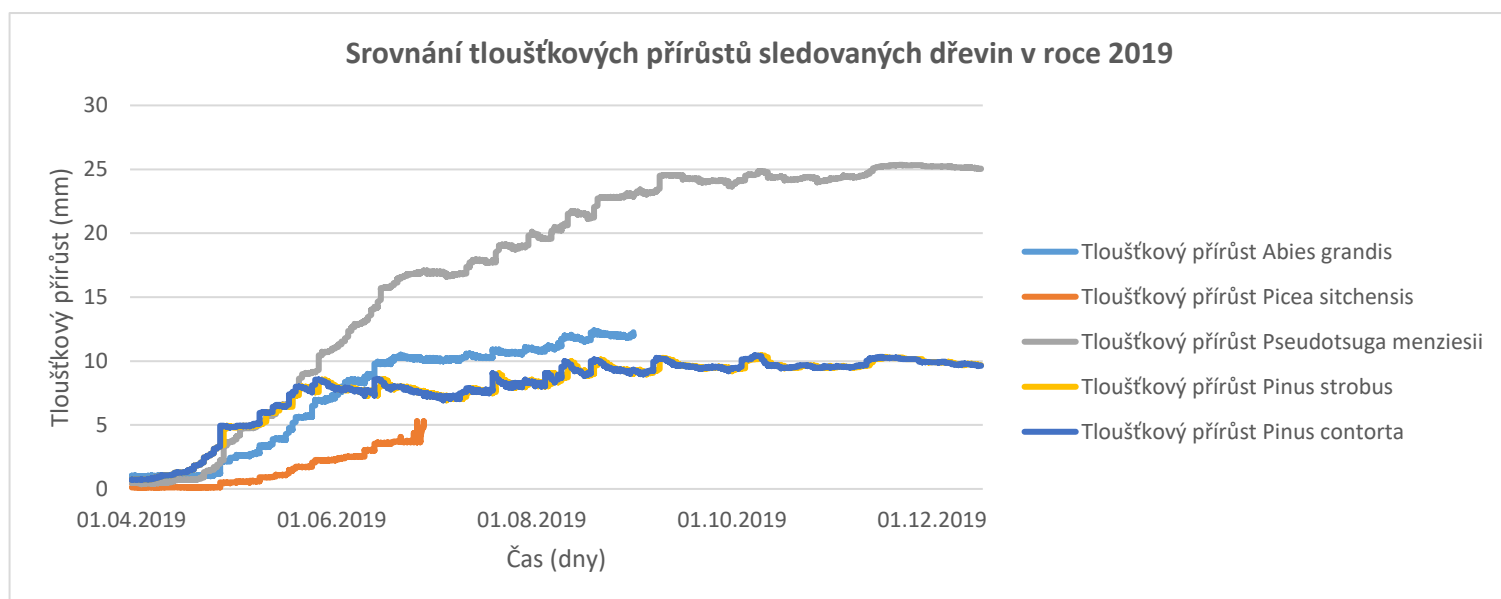
Graf 78: Porovnání tloušťkových přírůstů sledovaných druhů v roce 2018

Tabulka 28: Dosažené tloušťkové přírůsty sledovaných dřevin v roce 2018

2018	Tloušťkový přírůst (mm)
<i>Abies grandis</i>	9,82
<i>Picea sitchensis</i>	7,3
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	19,84
<i>Pinus strobus</i>	5,94
<i>Pinus contorta</i>	14,13

Nejvyšší hodnotu přírůstu vykazovala v roce 2018 opět douglaska tisolistá, a to 19,84 mm. Borovice pokroucená byla v tomto roce druhou nejintenzivněji rostoucím druhem s hodnotou přírůstu 14,13 mm. Jedle obrovská dosáhla přírůstu 9,82 mm, což je oproti předchozím analyzovaným obdobím propad o více jak 50 %. Smrk sitka je se svou hodnotou přírůstu 7,3 mm i v tomto období opět druhým nejméně přirůstajícím druhem. Nejnižší přírůst za rok 2018 vykazala borovice vejmutovka, tedy přírůst o hodnotě 5,94 mm.

4.6.4 Rok 2019



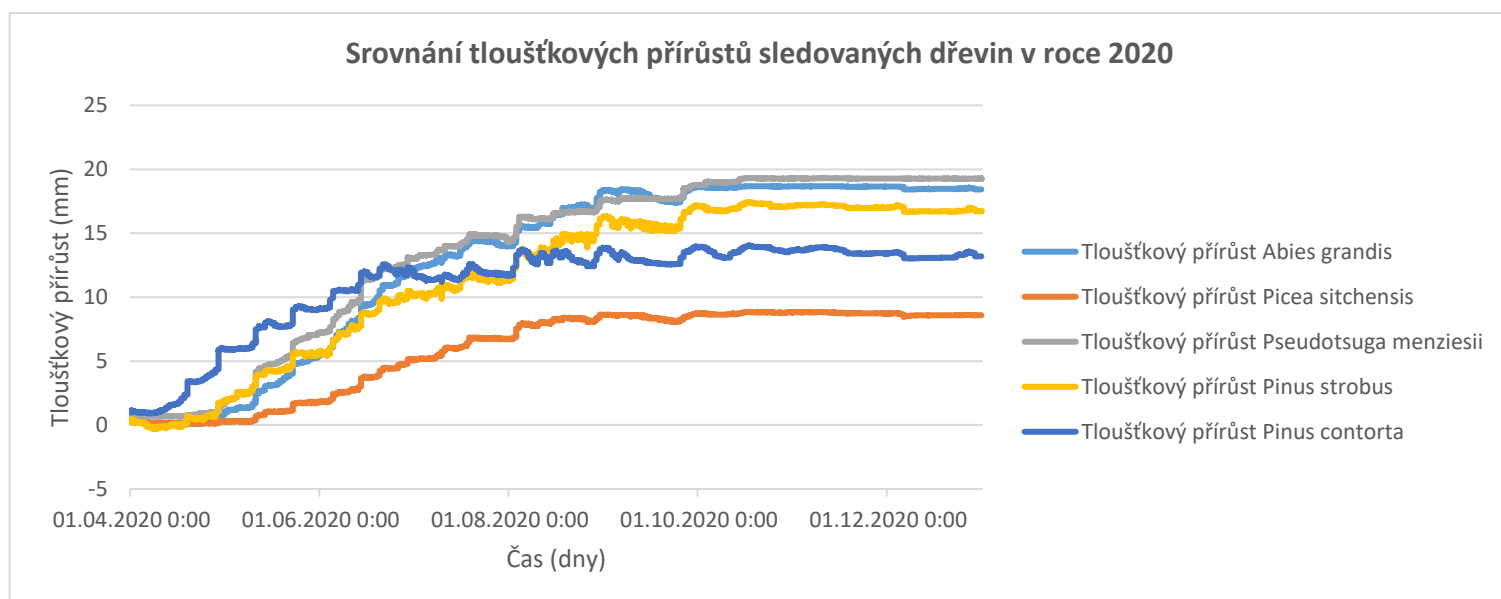
Graf 79: Porovnání tloušťkových přírůstů sledovaných druhů v roce 2019

Tabulka 29: Dosažené tloušťkové přírůsty sledovaných dřevin v roce 2019

2019	Tloušťkový přírůst (mm)
<i>Abies grandis</i>	11,47
<i>Picea sitchensis</i>	5,22
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	25,27
<i>Pinus strobus</i>	9,73
<i>Pinus contorta</i>	9,73

Stejně jako v předchozích letech, i v roce 2019 vykazovala nejintenzivnější přírůst douglaska tisolistá. Druhého největšího přírůstu dosáhla jedle obrovská, ovšem vzhledem k chybějícím datům není tento údaj zcela relevantní. Velmi zvláštní situace nastala v případě dvou sledovaných borovic, které v roce 2019 dosáhly stejného přírůstu, a to 9,73 mm. Z grafu č. 79 je zřejmé, že průběh tloušťkového přírůstu obou sledovaných borovic byl téměř totožný. Dalším druhem, u kterého jsou data neúplná je smrk sitka. Z dat, která jsme měli k dispozici, dosáhl přírůstu 5,22 mm.

4.6.5 Rok 2020



Graf 80: Porovnání tloušťkových přírůstů sledovaných druhů v roce 2020

Tabulka 30: Dosažené tloušťkové přírůsty sledovaných dřevin v roce 2020

2020	Tloušťkový přírůst (mm)
<i>Abies grandis</i>	18,4
<i>Picea sitchensis</i>	8,77
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	18,66
<i>Pinus strobus</i>	17,78
<i>Pinus contorta</i>	13,12

V posledním sledovaném roce byl nejintenzivnější tloušťkový přírůst opět zaznamenán u douglasky tisolisté, v roce 2020 dokázala přírůst o 18,66 mm. U jedle obrovské byl v tomto roce zaznamenán druhý nejvyšší tloušťkový přírůst, a to 18,40 mm. Další velmi intenzivně rostoucí dřevinou byla borovice vejmutovka, u které jsme zaznamenali změnu tloušťky o 17,78 mm. V roce 2020 dosáhla borovice pokroucená přírůstu 13,12 mm, což je druhý nejvyšší přírůst u tohoto druhu za celé sledované období. Nejnižším přírůstem v roce 2020 se reprezentoval smrk sitka, který přirostl o pouhých 8,77 mm.

4.7 Shrnutí výsledků a korelační analýza

4.7.1 Zhodnocení produkce sledovaných druhů

Tabulka 31: Zhodnocení produkce sledovaných druhů za analyzované období

2016-2020	Suma tloušťkového přírůstu (mm)
<i>Abies grandis</i>	78,9
<i>Picea sitchensis</i>	44,26
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	111,4
<i>Pinus strobus</i>	75,44
<i>Pinus contorta</i>	48,63

Z hlediska intenzity růstu se za celé sledované období nejlépe projevovala douglaska tisolistá. Tato dřevina dokázala v průběhu sledovaného období zvětšit svou tloušťku o 111,40 mm. Přírůst průměrný periodický za období analýzy, tedy pět let, činil 22,28 mm.

Jako druhou nejproduktivnější dřevinou byla jedle obrovská, u této dřeviny jsme pozorovali nárůst tloušťky o 78,90 mm. Její průměrný periodický přírůst, který činil 15,78 mm, měl tedy o něco nižší hodnotu než u douglasky tisolisté.

Jako třetí velmi produktivní dřevina se jevila borovice vejmutovka, u této dřeviny jsme za celé sledované období zaznamenali přírůst 75,44 mm. Její průměrný periodický přírůst činil 15,09 mm, což je hodnota srovnatelná s jedlí obrovskou.

Borovice pokroucená dosahovala oproti předchozím dřevinám nižších hodnot tloušťkového přírůstu. Za sledované období jsme zaznamenali nárůst v tloušťce o 48,63 mm. Hodnota průměrného přírůstu periodického činila u tohoto druhu 9,73 mm.

Jako nejméně produktivní dřevinou se ukázal být smrk sitka, který za analyzované období dokázal zvýšit hodnotu své tloušťky o 44,26 mm. Jeho průměrný periodický přírůst činil 8,85 mm.

4.7.2 Korelační analýza

Tabulka 32: Korelační analýza

2016-2020	<i>Tloušťkový přírůst Abies grandis</i>	<i>Tloušťkový přírůst Picea sitchensis</i>
Teplota v 1 m [°C]	-0,135755147	0,103890103
Teplota půdy [°C]	-0,168006657	0,265315044
Vlhkost půdy [%]	-0,314225574	-0,212309332
	<i>Tloušťkový přírůst Pseudotsuga menziesii</i>	<i>Tloušťkový přírůst Pinus strobus</i>
Teplota v 1 m [°C]	0,102318315	0,040995783
Teplota půdy [°C]	0,257978301	0,175633483
Vlhkost půdy [%]	0,277902432	-0,038824755
	<i>Tloušťkový přírůst Pinus contorta</i>	
Teplota v 1 m [°C]	0,171196412	
Teplota půdy [°C]	0,306503202	
Vlhkost půdy [%]	0,106081994	

V tabulce č. 32 vidíme výsledky korelační analýzy. Tyto hodnoty vypovídají o závislosti tloušťkového přírůstu na sledovaných klimatických faktorech. Z definice korelace vyplývá, že záporná hodnota vypovídá o tom, že klimatické faktory ovlivňují přírůst negativně. Pokud je hodnota kladná, svědčí to o tom, že změny klimatických faktorů ovlivňují hodnotu tloušťkového přírůstu pozitivně.

Nejnižší hodnota korelace byla vypočtena u jedle obrovské v závislosti na vlhkosti půdy, což znamená, že zvyšování vlhkosti půdy způsobuje zastavení tloušťkového přírůstu u této dřeviny.

Nejvyšší hodnotu korelace nalezneme u závislosti tloušťkového přírůstu borovice pokroucené na teplotě půdy. Tato hodnota korelace značí, že při zvýšených teplotách půdy dochází k iniciaci tloušťkového přírůstu.

5 Diskuze

Tématem této diplomové práce bylo „Hodnocení sezónního přírůstu vybraných dřevin v Arboretu FLD v Kostelci nad Černými lesy“. Ze základních předpokladů nastíněných v úvodu této práce se potvrdil pouze jeden, dva zbývající byly vyvráceny.

Prvním předpokladem, který se v této práci potvrdil, bylo že douglaska tisolistá dosáhne největšího tloušťkového přírůstu ze všech analyzovaných druhů. Douglaska tisolistá za celé analyzované období změnila hodnotu své tloušťky o 111,40 mm, což je ze všech analyzovaných druhů skutečně nejvyšší hodnota přírůstu.

Druhým předpokladem bylo, že smrk sitka dosáhne vyšší produkce než borovice pokroucená. Tento předpoklad byl při zpracování této práce vyvrácen. Smrk sitka byl ze všech analyzovaných druhů nejméně produktivní dřevinou. Za celé sledované období dokázal změnit hodnotu své tloušťky o 44,26 mm. Vyvrácení tohoto tvrzení nebylo zcela směrodatné. Za hlavní důvod považuji neúplnost dat z dendrometrů pro některé dřeviny, konkrétně pro borovici pokroucenou v roce 2018, smrk sitku a jedli obrovskou v roce 2019. Dalším důvodem byla neúplnost dat z meteostanice. V roce 2016 bylo analyzováno období od 16. 3. do 31. 12., chybí tedy údaje ze začátku roku, což by ale nemělo mít negativní vliv na analýzu tloušťkového přírůstu, jelikož období iniciace tloušťkového přírůstu přichází na začátku dubna a je tedy zachyceno. Dalšími roky, kdy data nebyla úplná, jsou 2018, 2019 a 2020. V těchto letech bylo zachyceno období od začátku dubna do konce roku a mohlo zde tak dojít ke ztrátě podstatných dat spojených s iniciací růstu.

Posledním předpokladem bylo, že největší vliv na hodnoty tloušťkového přírůstu bude mít vlhkost půdy. Při vyhodnocování jednotlivých dřevin v jednotlivých letech byla pozorována určitá závislost tloušťkového přírůstu na vlhkosti půdy. Dle korelační analýzy bylo však zjištěno, že závislost nebyla natolik významná, jak jsme předpokládali. Největší závislost tloušťkového přírůstu na vlhkosti půdy byla prokázána u douglasky tisolisté, kde korelační koeficient dosáhl hodnoty 0,2779. Ve většině případů se prokázala vyšší závislost tloušťkového přírůstu na teplotě půdy, která v případě borovice pokroucené dosáhla hodnoty 0,3065.

Z hlediska produktivity se nejlépe projevila během sledovaného období douglaska tisolistá, jejíž přírůsty výrazně přesáhly přírůsty ostatních sledovaných druhů. Za další

velmi produktivní druhy se dá považovat jedle obrovská a borovice vejmutovka. Tyto dřeviny v průběhu sledovaného období dosáhly taktéž velmi významných přírůstků.

Při zpracování dat této práce se vyskytla chyba spojená se zapisováním dat pomocí dendrometru. Dendrometr v některých případech zapisoval chybné časové údaje, které bylo nutno ručně dohledat a opravit.

Korelační analýzou bylo zjištěno, že některé dřeviny na vybrané klimatické faktory nereagují. Jde například o závislost tloušťkového přírůstu jedle obrovské a všech tří sledovaných klimatických vlivů. Dále se jedná o závislost na vlhkosti půdy, u které nebyla prokázána reakce u smrku sitky a borovice vejmutovky.

Největší závislost byla prokázána ve vztahu dřevin k teplotě půdy, na kterou pozitivně reagovaly všechny sledované dřeviny s výjimkou jedle obrovské.

V souvislosti se sezónní dynamikou tloušťkových přírůstků bylo zjištěno, že iniciace růstu je pravděpodobně způsobena prohřátím půdy na teplotu pohybující se okolo 10 °C. Z analýzy tloušťkových přírůstků dále vyplývá, že při negativní reakci na klimatické faktory může dřevina tloušťkový přírůstek zastavit, či dokonce může tloušťkový přírůstek nabýt záporných hodnot.

Podařilo se nám prokázat, že období počátku růstu bývá obvykle v dubnu, ke kulminaci poté dochází v závislosti na konkrétním druhu a klimatických podmínkách mezi červencem a zářím. Konec tloušťkového přírůstu je spojen s klimatickými faktory a délkou denní periody. Nejpozdější přírůstek jsme zaznamenali u jedle obrovské v roce 2018, a to 21. 12.

Tvar přírůstové křivky byl velmi rozdílný, v některých případech došlo k prudkým nárůstům tloušťky, se zřetelnými výkyvy. V ostatních případech byl přírůstek spíše pozvolného charakteru. V případě borovice pokroucené jsme v roce 2016 zaznamenali nezvykle plochou křivku způsobenou minimálním přírůstkem o hodnotě 4,50 mm.

6 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo vyhodnocení sezónní dynamiky tloušťkového přírůstu vybraných dřevin za delší časové období a jejich porovnání s klimatickými daty. Analýza probíhala od roku 2016 do roku 2020. V tomto období jsme každoročně stanovovali počátek tloušťkového přírůstu, kulminaci tloušťkového přírůstu, konec tloušťkového přírůstu a běžný přírůst roční. Ve výzkumu se jako období počátku přírůstu jeví měsíc duben, s výjimkou roku 2017, kdy došlo k dřívější iniciaci růstu. Kulminace tloušťkového přírůstu souvisí s klimatickými faktory a druhem dřeviny, nejčastěji kulminace přicházela v září, případně v okolních měsících. Konec tloušťkového přírůstu pak nastával mezi zářím a prosincem, bez ohledu na dřeviny, pro které nemáme kompletní data.

Největší produkce za sledované období dosáhla douglaska tisolistá, tato dřevina dokázala zvětšit svou tloušťku o 111,40 mm a dala by se považovat za dřevinu vysoce produktivní na stanovištích podobných Arboretu FLD v Kostelci nad Černými lesy. Naopak nejmenšího tloušťkového přírůstu dosáhl za sledované období smrk sitka, který přirostl pouze o 44,26 m.

Korelační analýzou bylo zjištěno, že největší vliv z klimatických faktorů měla na tloušťkový přírůst teplota půdy. Nejméně byl přírůst naopak ovlivňován vlhkostí půdy.

Tato práce by se dala rozšířit o závislost tloušťkového přírůstu na dalších klimatických vlivech, jako například o úhrn srážek, teplotu vzduchu ve dvou metrech či teplotu půdy hlubších půdních horizontů. Další možností rozšíření by pak mohlo být sledování výškového přírůstu či sledování více jedinců stejného druhu a jejich následné porovnání.

7 Seznam literárních pramenů

- Bažant, V., & Prknová, H. (2014). *Index plantarum 2014: arboretum FLD v Kostelci nad Černými lesy*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze.
- Beran. (2018). Introdukované dřeviny v lesním hospodářství ČR - Přehled. *Introdukované dřeviny jako součást českého lesnictví* (stránky 127-132). Kostelec nad Černými lesy: ČLS.
- Beznoska, K. (červen 2000). *Lesnická práce*. Načteno z lesprace.cz: <http://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-79-2000/lesnicka-prace-c-9-00/odumirani-vejmutovky-v-labskych-piskovcich-z-pohledu-lesnika>
- Drápela, K. (1995). *Dendrometrie : (dendrochronologie)*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita.
- Fulín. (2016). *Růst a environmentální vlivy pěstování jedle obrovské*. Praha: ČZU v Praze.
- Fulín, M., Remeš, J., & Tauchman, P. (únor 2013). *Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti*. Načteno z <https://www.vulhm.cz/>: <https://www.vulhm.cz/files/uploads/2019/01/308.pdf>
- Joyce, & O'Caroll. (2002). *Sitka spruce in Ireland*. Dublin.
- Korf, V. (1953). *Taxace lesů 1. část - Dendrometrie*. Praha: SZN - Státní zemědělské nakladatelství.
- Musil, I. (2002). *Lesnická dendrologie 1, Jehličnaté dřeviny*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze.
- Podrázský, V., & Prknová, H. (2019). *Potencial of the main introduced tree species in the Czech Republic*. Praha: Lesnická práce.
- Roček, I., Musil, I., Chalupa, V., & Pokorný, J. (1998). *Arboretum Lesnické fakulty České zemědělské univerzity v Praze Kostelec nad Černými lesy*. Kostelec nad Černými lesy: Česká zemědělská univerzita.
- Simon, J., & Vacek, S. (2008). *Lesní školka*. Načteno z www.lesniskolka.cz: <http://www.lesniskolka.cz/uploads/dokumenty/legislativa/Odborn%C3%BD%20slovn%C3%ADk%20H%C3%9AL.pdf>

- Šebík, L., & Polák, L. (1990). *Náuka o produkci dřeva*. Bratislava: Příroda.
- Šiška, A., & Vinš, B. (1978). *Růst douglasky v ČSR – závěrečná zpráva*. VÚLHM Jíloviště- Strnady.
- Vavrčík, H. (2004). *Anatomická stavba dřeva multimediální výukový materiál*. Načteno z ldf.mendelu.cz:
https://ldf.mendelu.cz/unod/multimedia/stavba_dreva/index.htm
- Wiemann. (2010). *Characteristics and Availability of Commercially Important Woods*. Washington: U.S. Department of Agriculture, Forest service.
- Zeidler. (2013). *Přínos perspektivních introdukovaných dřevin z hlediska vlastností dřeva*. Praha: ČZU.