

Dynamika růstu dřevin na výsypce Šmeral na Mostecku

Ing. Václav Bažant, doc. Ing. Martin Slavík CSc., doc. Ing. Jiří Remeš, Ph.D.

Česká zemědělská univerzita Praha, Fakulta lesnická a dřevařská, bazant@fld.czu.cz

Přijato: 27. 7. 2010, recenzováno: 11. 8. a 18. 8. 2010

Abstrakt

Pro hodnocení dynamiky růstu jednotlivých druhů dřevin byla vybrána jedna z nejstarších lesnický rekultivovaných výsypek v oblasti Mostecka, výsypka Šmeral. Ve zkušných plochách byl měřením vybrán průměrný vzorník, ze kterého se v d 1,3 m odebral kotouč. Kotouč byl podroben letokruhové analýze. Při srovnání přírůstových křivek lze pozorovat, že vybrané dřeviny (jasan ztepilý, dub červený, dub letní a lípa srdčitá) ukončují juvenilní fázi svého individuálního vývoje mezi 15. a 20. rokem. Jejich dynamický tloušťkový přírůst se následně snižuje, tím se svým charakterem růstu přibližují dřevinám pionýrským. Nejméně se toto projevuje u dubu červeného. Při srovnání vztahu běžných ročních přírůstků a množství srážek lze sledovat trend zvýšených reakcí dřevin výsypkových stanovišť na nedostatek srážek do určitého věkového stádia. Ve věku 20 a více let vyvinutější kořenový systém dřevin pomáhá lépe odolávat snížené zásobě vody v půdě.

Growth dynamics of wood species on the Šmeral spoil bank in the region of Most

Growth dynamics of individual wood species was evaluated on the Šmeral spoil bank, one of the oldest reclaimed spoil banks in the region of Most. Study plots were established in a monoculture stand of pedunculate oak (*Quercus robur*), small-leaved lime (*Tilia cordata*), northern red oak (*Quercus rubra*), and ash (*Fraxinus excelsior*). An average sample tree was chosen in the study plots by measuring. Then, a disc was taken from the chosen sample trees at a height of 1,3 m. According to increment curves, the selected tree species terminate their juvenile phase of development at the age between 15 and 20. Subsequently, their dynamic diameter increment decreases. Thus, their growth is similar to pioneer woody species. When comparing the relationship between annual diameter increment and rainfall quantity, it is obvious that the trees in spoil bank habitats respond more sensitively to the lack of rainfall till certain age stage. When the trees come to the age around 20 years, the development of their root system enhances their ability to resist a decreased water supply in soil.

Wachstumsdynamik von Holzarten auf der Kippe Šmeral in der Region Most

Für die Bewertung der Wachstumsdynamik von einzelnen Holzarten wurde eine der ältesten forstlich rekultivierten Kippen im Gebiet Most, die Kippe Šmeral, ausgewählt. Von den Versuchsflächen wurde mithilfe der Messungen eine durchschnittliche Musterprobe ausgewählt, von der eine Scheibe D 1,3 m abgenommen wurde. Die Scheibe wurde der Jahresringanalyse unterworfen. Bei dem Vergleich der Zuwachskurven ist ersichtlich, dass die ausgewählten Holzarten Esche (*Fraxinus excelsior*), Roteiche (*Quercus rubra*), Eiche (*Quercus robur*) und Linde (*Tilia cordata* Mill.) die juvenile Phase ihrer individuellen Entwicklung zwischen 15. bis 20. Jahr beenden. Ihr dynamischer Dickenzuwachs verringert sich anschliessend, und damit nähern sie sich mit ihrem Wachstumscharakter den Pionierholzarten. Im niedrigsten Maß zeigt es sich bei der Roteiche. Bei dem Vergleich des Verhältnisses der laufenden Jahreszuwächse und der Niederschlagsmenge zeigt sich der Trend der erhöhten Reaktionen von Holzarten aus den Kippenstandorten auf den Niederschlagsmangel bis zu einem bestimmten Altersstadium. Im Alter von 20 und mehr Jahren hilft das mehr entwickelte Wurzelsystem dem gesunkenen Wassergehalt im Boden standzuhalten.

Klíčová slova: lesnické rekultivace, růst dřevin na výsypkových stanovištích.

Keywords: forest reclamation, wood species growth on reclaimed spoil banks.

1 Úvod

Důsledkem povrchové těžby hnědého uhlí jsou na území severozápadních Čech tisíce hektarů krajiny pokryté výsypkami nadložních hornin. V České republice ukládá zákonná povinnost těžební společnost provedení a zabezpečení rekultivace ploch po hornické činnosti za účelem zpětného uvedení devastovaného území do kulturního stavu. Lesnické rekultivace představují jeden ze základních způsobů obnovy těchto výrazně změněných území. Vhodně provedené lesnické rekultivace mohou významným způsobem a v relativně krátkém časovém horizontu obnovit ochranné biologické, krajinné a následně i produkční funkce postižených území.

Schopnost zabezpečit požadované funkce na těchto zpočátku extrémních stanovištích se u jednotlivých druhů dřevin liší. Většina autorů, zabývajících se touto problematikou, vyhodnocuje meliorační význam jednotlivých druhů, ujmavost,

odrůstání sazenic a vliv různých opatření na jejich prospívání [2, 3, 6, 7, 9, 12, 13]. Velmi málo informací lze v literatuře najít o dlouhodobějším vývoji a dynamice růstu jednotlivých dřevin na těchto stanovištích [1, 4, 5, 10]. Předložený příspěvek obsahuje vyhodnocení a porovnání tloušťkového růstu zvolených druhů dřevin na výsypce Šmeral v průběhu 40 let. Cílem předkládaného příspěvku je zjištění dynamiky růstu a vývoje tloušťkového přírůstu vybraných taxonů dřevin na výsypce Šmeral VII.

2 Charakteristiky výsypky Šmeral

Vnitřní převýšená výsypka pod názvem Šmeral VII přímo navazuje na zástavbu města Most. Její rekultivace byla podřízena záměrem krátkodobé rekreace (příměstské lesy). Z pasportu rekultivací vyplývá, že rekultivační práce byly zahájeny v roce 1965 a ukončeny v roce 1973. Výsypková zemina obsahovala

velký podíl oxyhumolitů, které byly vzhledem k fyzikálním vlastnostem nevhodné pro přímou rekultivaci. Po překryvu 0,3-0,5 m mocnou vrstvou zúrodněných zemín byla provedena biologická rekultivace lesními sazenicemi se širokým sortimentem dřevin. Plocha lesnické rekultivace je 21,93 ha.

V následujících pěstebních zásadách byly realizovány prořezávky, vyvětvování, kácení, vyžínání a chemická ochrana proti zvěři.

Půdotvorný substrát (antropozem pelickou) tvoří šedé jíl, které lze petrograficky charakterizovat jako prachovitý jílovec s poměrně vyrovnaným obsahem jílového minerálu kaolinitu (38-42 %) a illitu (30-35 %), další významnější příměs tvoří křemen (14-17 %). Součástí těchto zemín bývá i různý podíl skeletu, zvětřelého uhlí a porcelanitu [3].

Zrnitostně (podle Nováka) lze zeminu charakterizovat jako jíl a podle trojúhelníkového diagramu zrnatosti půd (NRCS USDA) jako prachovito-jílovitou hlínu až prachovitý jíl. Fyzikální a hydrofyzikální vlastnosti bývají většinou příznivé, jejich neměnnost je podmíněna zvýšeným obsahem montmorillonitu a organické hmoty, které podmiňují tvorbu vodostálějších půdních agregátů (drobtovitou půdní strukturu). Půdní reakce je slabě kyselé až neutrální, substrát má nízký až střední obsah organických látek, je bezkarbonátový až slabě vápnitý, kationtová výměnná kapacita je vysoká, sorpční schopnost lze hodnotit jako střední. Živinově má nízké zásoby fosforu a vysoké zásoby draslíku, hořčíku a vápníku. Z hlediska hydrofyzikálního představuje velmi příznivou variantu vzniku antropozemě, která je strukturní, velmi silně pórovitá, velmi silně vododržná a vyznačuje se i příznivými infiltračními vlastnostmi [2, 3, 4].

Půdotvorný proces do hloubky 0,1 m je charakterizován nárůstem půdní acidity, obsahu organických látek, kationtové

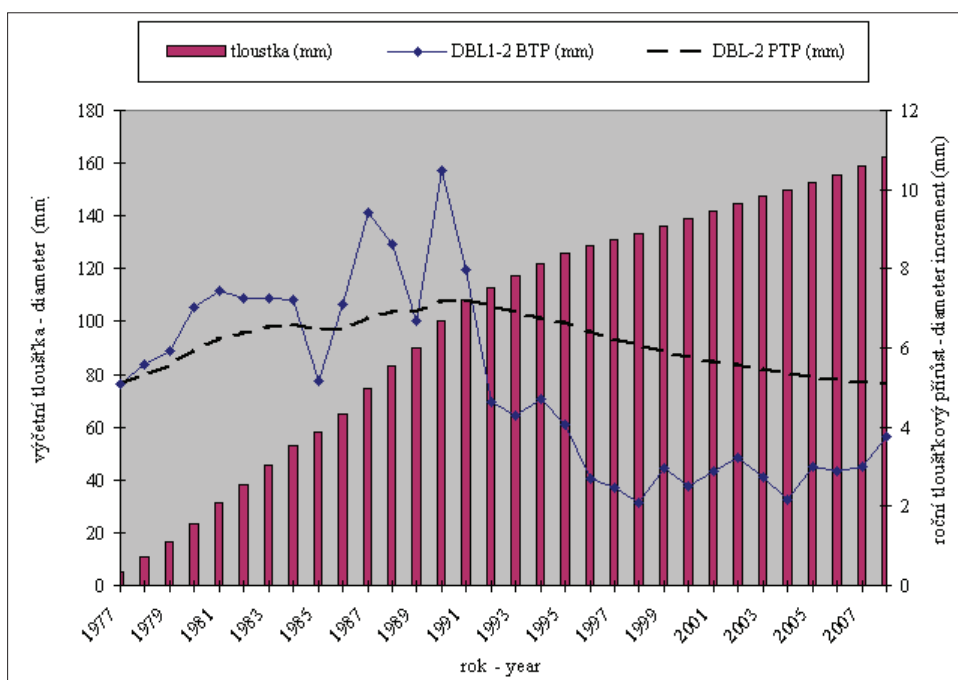
výměnné kapacity, snížením obsahu karbonátů a sorpčním nasycením bazickými kationty [3].

Výsypka dolu Šmeral u obce Čepirohy bezprostředně navazuje na úbočí Čepirožské výšiny. Nadmořská výška je 250 m. Průměrná roční teplota 8,2 °C. Roční úhrn srážek je 499 mm a průměrný úhrn srážek ve vegetační době je 299 mm. Mostecko leží v klimatické oblasti T2, pro kterou je typické dlouhé, teplé a suché léto a krátká, mírně teplá a až velmi suchá zima. Mezoklima oblasti může být zčásti ovlivněno antropogenní transformací reliéfu. Z hlediska dlouhodobých průměrů je Mostecko (užší okolí Mostu) v hodnotách teploty vzduchu spíše nadprůměrné. Naopak dlouhodobé srážkové úhrny jsou v rámci ČR podprůměrné – území jihozápadně od Mostu patří (díky srážkovému stínu Krušných hor) k nejsušším oblastem ČR. Vzhledem k převažujícímu západnímu přenosu vzduchu nad střední Evropou převládají i na Mostecku větry se západní složkou proudění – díky poloze v protáhlé sníženině jsou nejčetnější jihozápadní větry. Na rozdíl např. od Krušných hor je významná i složka proudění z východu až severovýchodu. Doba bezvětří se pohybuje kolem průměrné hodnoty Podkrušnohoří, tj. cca 15 %.

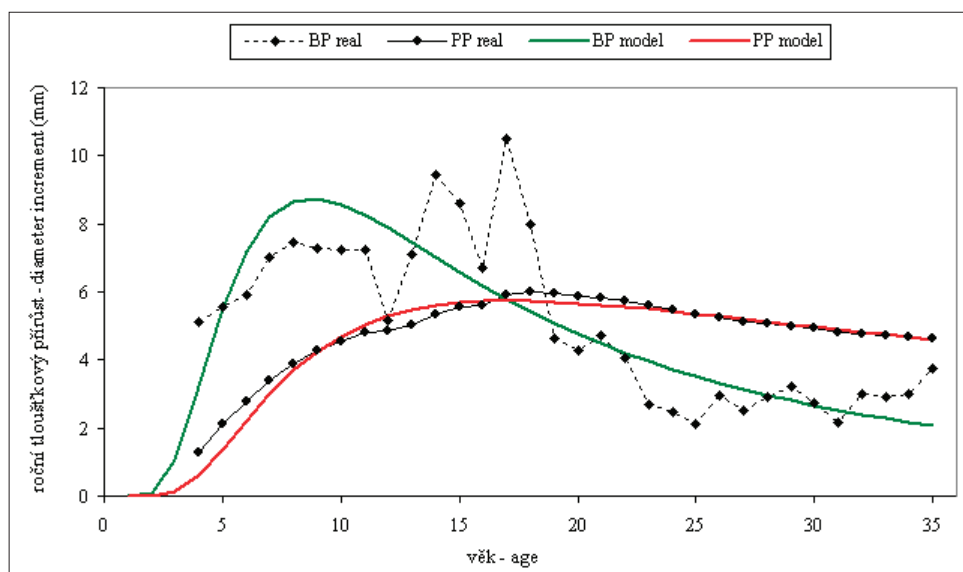
3 Materiál a metodika

3.1 Založení zkusných ploch

Pro hodnocení dynamiky růstu jednotlivých druhů dřevin byla vybrána jedna z nejstarších lesnických rekultivovaných výsypek v oblasti Mostecka. Porosty se rozkládají na jihovýchodním svahu převýšené výsypky. Byly zakládány pruhovými výsadbami jednotlivých rekultivačních dřevin, zalesňováno bylo přímo – bez fáze zakládání přípravných porostů (pěstování přípravných dřevin např. olše či topolu před výsadbou cílových dřevin). Pruhové výsadby lze mezi sebou dobře odlišit, jednotlivé porostní skupiny mají stejné stanovištní podmínky.



Obr. 1: Běžný (BTP) a průměrný (PTP) tloušťkový přírůst a vývoj výčetní tloušťky vzorků dubu letního



Obr. 2: Běžný a průměrný tloušťkový přírůst vzorníku dubu letního vyrovnaný Korfovou růstovou funkcí

Při výběru konkrétních zkusných ploch byla snaha o maximální vyloučení vlivu prostředí mezi jednotlivými porovnávanými plochami a omezení vlivu pozdějších zásahů v porostech. Zkusné plochy byly umísťovány do středu pásových výsadeb z důvodu snížení vlivu okrajového efektu.

Výše uvedeným kritériím vyhovovaly porostní skupiny autochtonních listnatých dřevin – jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), dub letní (*Quercus robur*), lípa srdčitá (*Tilia cordata*). Pro srovnání byla zařazena v rekultivační praxi používaná introdukovaná dřevina dub červený (*Quercus rubra*). Zkusné plochy byly v terénu očíslovány a hraniční stromy vyznačeny barvou.

3.2 Výběr a zpracování vzorníků

Výběr vzorníků byl proveden na základě měření dřevin v jednotlivých zkusných plochách. Zkusné plochy byly vyprůměrkovány naplno za účelem zjištění středního průměru. Měření byli jedinci od tloušťky 6 cm (byla tak vyloučena možnost zahrnutí pozdějších dosadeb, popř. náletů). Střední průměr vzorníku byl počítán kvadratickým průměrem

$$d = \frac{\sqrt{(n \cdot d^2)}}{n}$$

Pro účely zjišťování střední výšky bylo měření průměrů rozděleno do tloušťkových intervalů po 4 cm. Pro každý tloušťkový interval byly změřeny 3 výšky a zaneseny do výškového grafikonu, ze kterého byla odečtena výška pro střední strom – vzorník. Vzorníky o středním průměru a střední výšce byly vybírány uprostřed porostu z úrovně.

Vybraný vzorník s průměrnými hodnotami byl rozřezán v deseti relativních výškových intervalech (v 10 %, 20 %...100 % výšky vzorníku), ve kterých byly odebrány kotouče. Zároveň byl odebrán kotouč ve standardní výšce d_{1,3} m. Kotouče byly vybroušeny a obraz jejich řezných ploch byl zdigitalizován.

3.3 Letokruhové analýzy

Pro letokruhovou analýzu byl využit program „Letokruhy“ – vyvinutý Danielem Zahradníkem z katedry hospodářské úpravy lesů, verze 2.3. Digitalizace kotoučů byla v rozlišení 600 dpi, odčítání šířky jednotlivých letokruhů proběhlo v 6 směrech, hodnoty byly zprůměrovány.

Z jednotlivých kotoučů lze analyzovat počet a tloušťku letokruhů, odvodit průběh tloušťkových a výškových přírůstů a jednotlivé fáze vývoje dřevin a porovnat jejich rozdílnou růstovou dynamiku.

Dle kotouče odebraného na bázi byl určován skutečný věk dřeviny – k odečtenému počtu letokruhů byly připočítány 1-3 roky (počáteční stadia klíčící rostliny a semenáčku se na kotouči neprojeví). Na kotouči odebraném na bázi dřeviny se projevuje zvýšený přírůst, který je dán rozšířením kořenových náběhů.

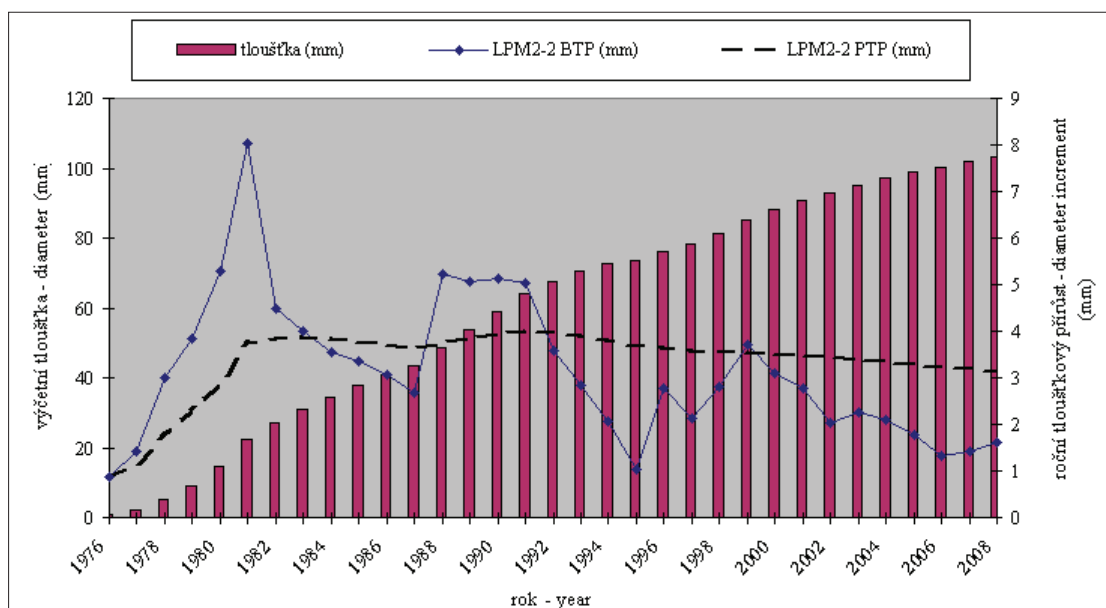
Pro zpracování úplné letokruhové řady se nejlépe hodí přírůstové křivky. Průběh tloušťkového růstu vzorníků byl vyrovnan Korfovou růstovou funkcí.

4 Výsledky a diskuze

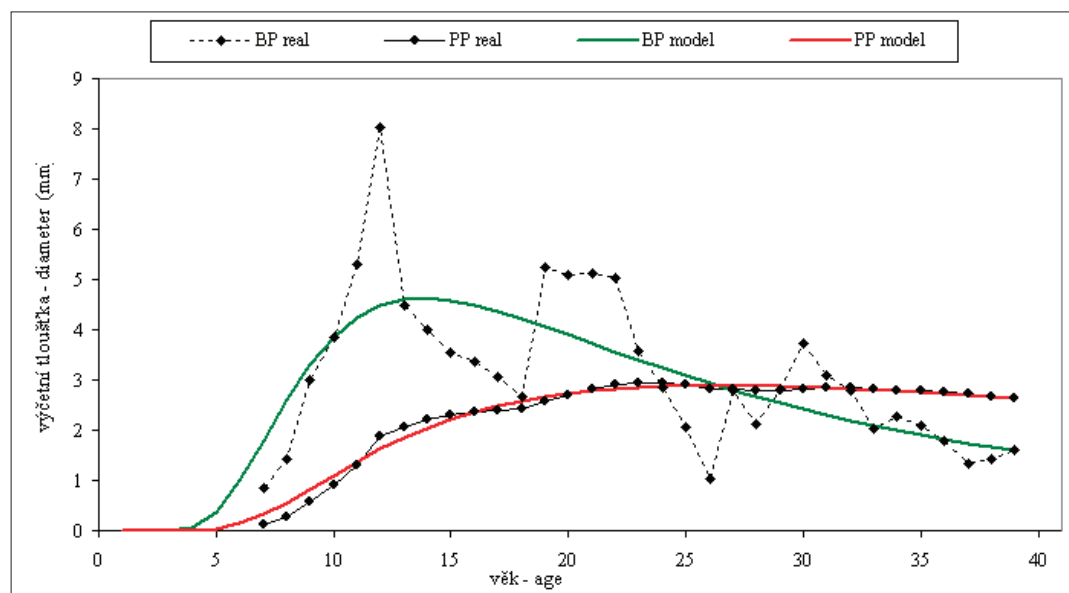
4.1 Analýza vzorníku dubu letního

Na bazální části vzorníku bylo determinováno celkem 35 letokruhů, předpokládané stáří dřeviny je odhadováno na 38 let. Vzorník byl vybrán měřením 56 jedinců s průměrnými parametry - průměr d_{1,3} 18 cm a výška 16,5 m.

Průběh tloušťkového růstu ve výčetní výši je znázorněn na obrázku č. 1. Růst je v prvních letech kolísavý. Mezi roky 1986 až 1991 je vidět dynamický rozvoj tloušťkového přírůstu, v němž se projevil náhlý pokles v roce 1989, který byl pravděpodobně způsoben biotickým poškozením. V posledních letech dochází ke snížení běžných přírůstů, ale je zde patrný jejich vzestupný trend. Běžný přírůst, tj. aktuální rychlost růstu, kulminoval již v 9. roce po výsadbě a průměrný tloušťkový přírůst dosáhl svého maxima v 17 letech od výsadby (obrázek č. 2).



Obr. 3: Běžný (BTP) a průměrný (PTP) tloušťkový přírůst a vývoj výčetní tloušťky vzorníku lípy srdčité



Obr. 4: Běžný a průměrný tloušťkový přírůst vzorníku lípy srdčité vyrovnaný Korfovou růstovou funkcí

4.2 Analýza vzorníku lípy srdčité

Na vzorníku bylo determinováno celkem 39 letokruhů (na bázi), stáří dřeviny je vzhledem předpokládanému datu založení porostu odhadováno na 40 let. Vzorník byl vybrán měřením 109 jedinců s průměrnými parametry - průměr $d_{1,3}$ 12,2 cm a výška 13,2 m.

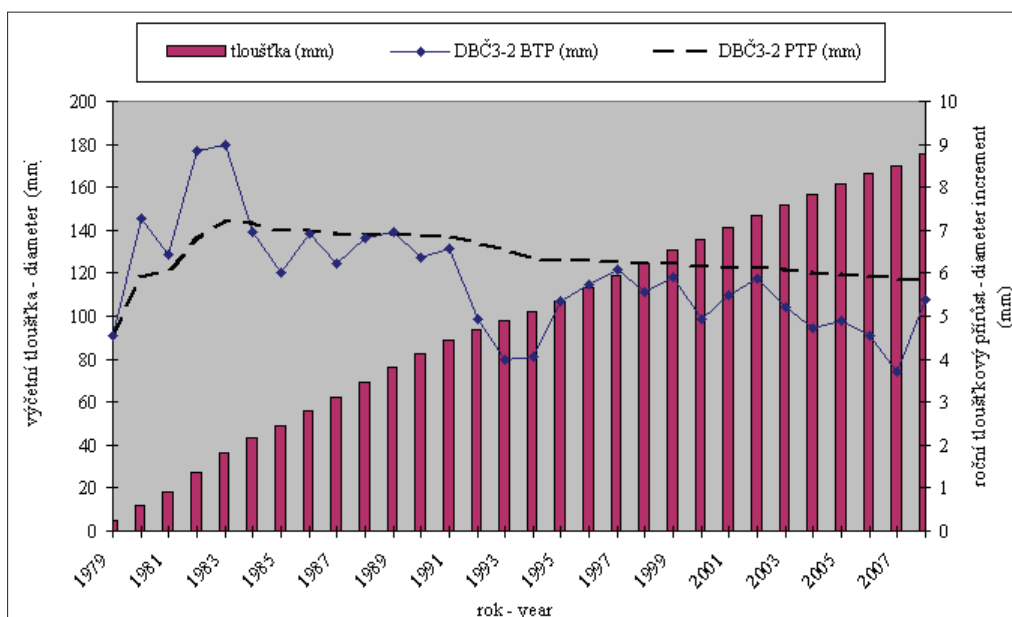
Průběh tloušťkového růstu ve výčetní výši je znázorněn na obrázku č. 3. Růst byl v mládí velmi dynamický s rychlým dosažením maximálních hodnot běžného tloušťkového přírůstu. Poté lze mezi lety 1982-1987 pozorovat postupné snižování. Po opětovném zvýšení přírůstu v letech 1988-1991 dochází v posledních letech k poklesu běžných tloušťkových přírůstů s dosažením minimem v roce 1995. Na obrázku č. 4 lze spatřit kulminaci běžného tloušťkového přírůstu ve 14 letech po výsadbě a průměrný tloušťkový přírůst dosahuje svého maxima ve 26 letech.

4.3 Analýza vzorníku dubu červeného

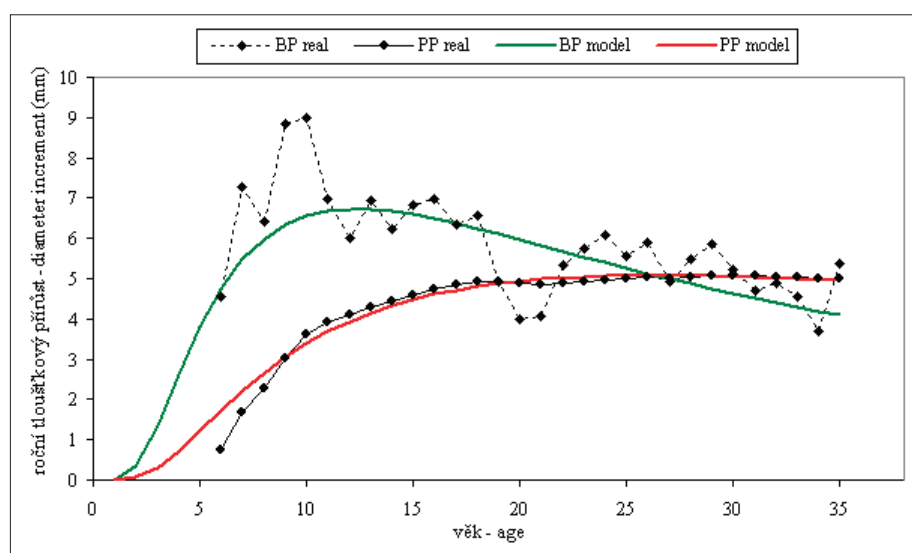
Na bázi vzorníku bylo determinováno celkem 35 letokruhů, předpokládané stáří dřeviny je odhadováno na 38 let. Vzorník byl vybrán měřením 26 jedinců s průměrnými parametry - průměr $d_{1,3}$ 20,1 cm a výška 20 m.

Průběh tloušťkového růstu dubu červeného ve výčetní výši je znázorněn na obrázku č. 5. Počáteční dynamický růst se ustaluje na mírně kolísavém přírůstu s výraznějším poklesem v letech 1992-1994.

Na obrázku č. 6 lze spatřit kulminaci běžného tloušťkového přírůstu ve 12 letech po výsadbě a průměrný tloušťkový přírůst dosahuje svého maxima ve 26 letech po výsadbě.



Obr. 5: Běžný (BTP) a průměrný (PTP) tloušťkový přírůst a vývoj výčetní tloušťky vzorníku dubu červeného



Obr. 6: Běžný a průměrný tloušťkový přírůst vzorníku dubu červeného vyrovnaný Korfovou růstovou funkcí

4.4 Analýza vzorníku jasanu ztepilého

Na vzorníku bylo determinováno celkem 39 letokruhů (na bázi), předpokládané stáří vzorníku je odhadováno na 40 let. Vzorník byl vybrán měřením 74 jedinců s průměrnými parametry - průměr $d_{1,3}$ 19,5 cm a výška 18 m.

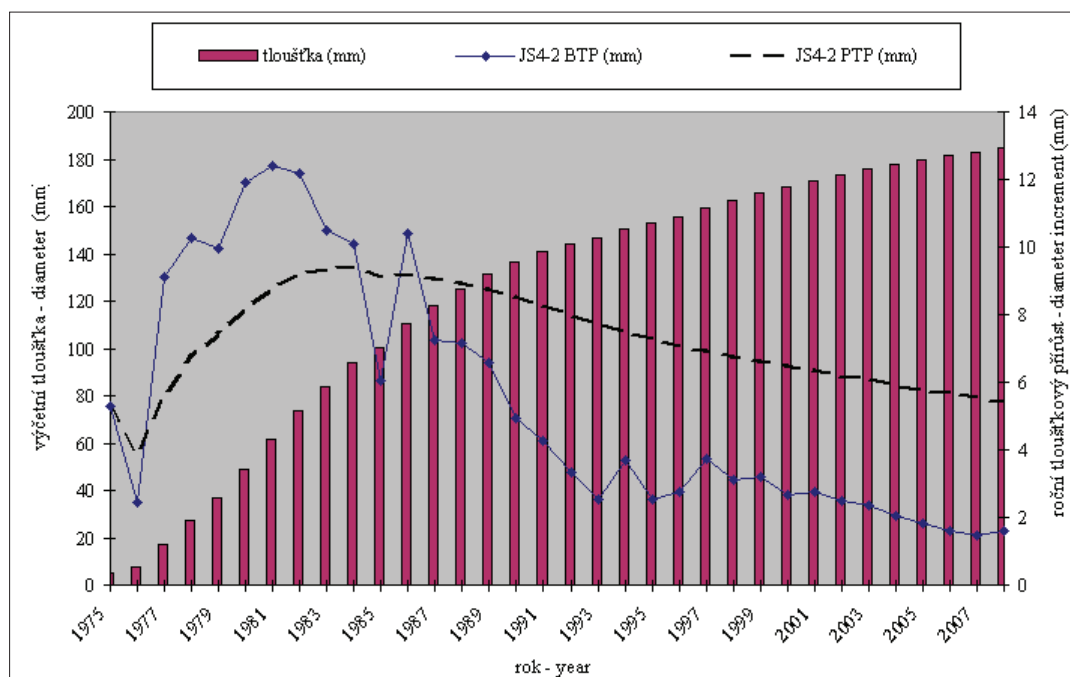
Průběh tloušťkového růstu na bázi je znázorněn na obrázku č. 7. Tloušťkový přírůst je v prvních letech velmi dynamický s náhlým poklesem v roce 1985, poté poměrně strmě klesá. Běžný přírůst, tj. aktuální rychlost růstu, kulminoval již v 11 letech po výsadbě a průměrný tloušťkový přírůst dosáhl svého maxima 19 letech od výsadbě (obrázek č. 8).

5 Vzájemné srovnání všech vzorníků

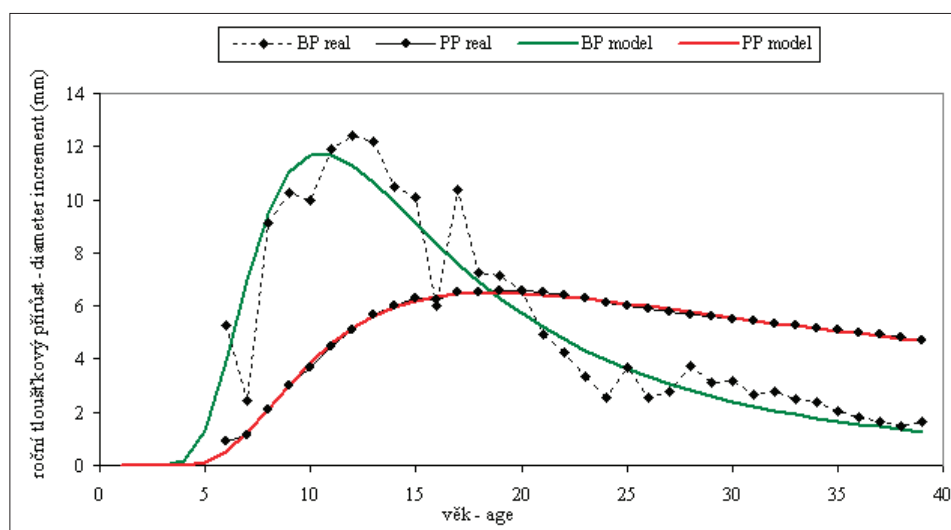
Při srovnání běžných přírůstů zkoumaných vzorníků je především v prvních letech patrná rozdílná dynamika růstu jednotlivých druhů dřevin.

Nejdynamičtější tloušťkový přírůst měl v prvním období růstu vzorník jasanu ztepilého. Poměrně brzy u něj došlo ke kulminaci běžného přírůstu, poté následoval pokles tloušťkového přírůstu. Dub letní v mládí přirůstal pozvolněji a po období rychlejšího růstu přichází pokles tloušťkových přírůstů. V posledních letech lze u dubu letního pozorovat znovu vzrůstající tendenci běžných tloušťkových přírůstů. Při porovnání dubu letního a dubu červeného bylo prokázáno, že dub červený má vyrovnanější průběh přírůstu. V posledních letech má dub červený ze všech porovnávaných dřevin nejvyšší přírůst. Výrazně odlišný průběh tloušťkového přírůstu měla lípa srdčitá, což se projevilo v protiběžnosti přírůstových křivek. Lípa má v porovnání s ostatními vybranými dřevinami jinou růstovou strategii, založenou na vyšší toleranci k zástínu.

Při proložení letokruhových křivek všech vzorníků (obrázek č. 9) jsou patrné některé shodné reakce většiny druhů na



Obr. 7: Běžný (BTP) a průměrný (PTP) tloušťkový přírůst a vývoj výčetní tloušťky vzorníku jasanu ztepilého



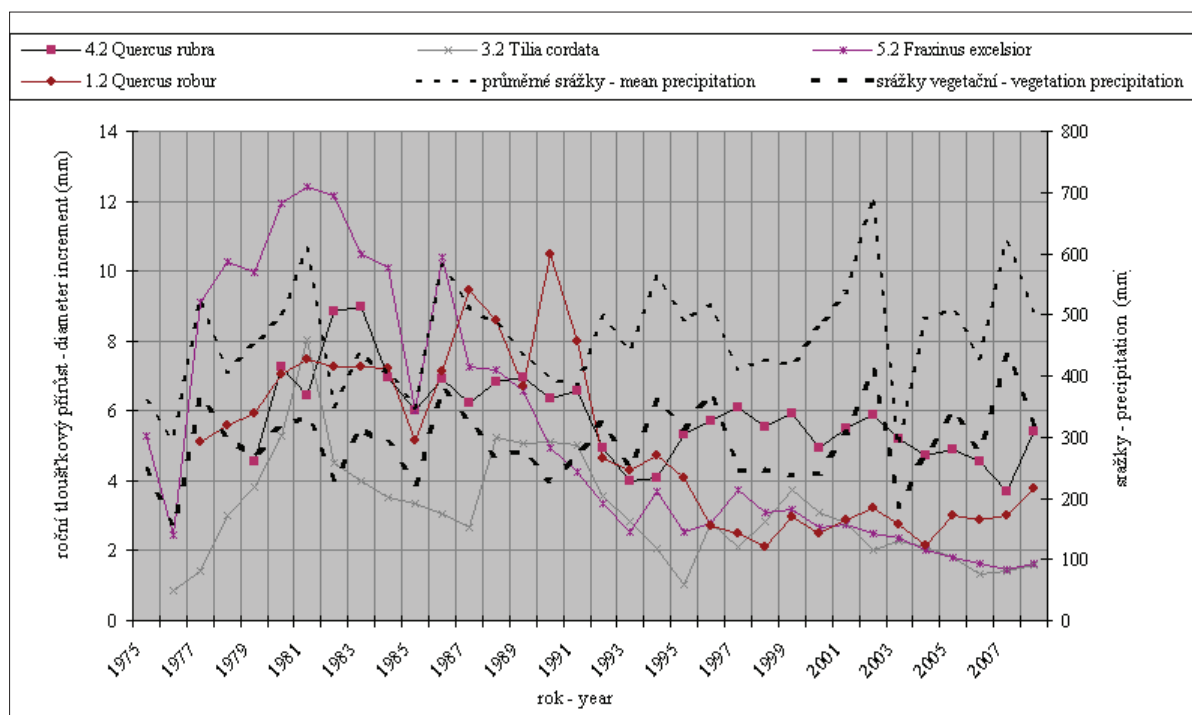
Obr. 8: Běžný a průměrný tloušťkový přírůst vzorníku jasanu ztepilého vyrovnaný Korfovou růstovou funkcí

klimatické extrémy jednotlivých let způsobené nedostatkem srážek, především srážek ve vegetačním období, např. v roce 1985 dosáhly vegetační srážky pouze hodnoty 222,2 mm. V případě jasanu, dubu červeného a dubu letního byl v tomto roce zjištěn významný pokles tloušťkového přírůstu. Naopak u lípy srdčité byl přírůst v roce 1985 obdobný jako v minulém a následujícím roce.

Výsledky hodnocení růstu jednotlivých taxonů jsou na výsypkových stanovištích ovlivňovány celou řadou vnějších faktorů. Na rozdíl od běžných lesnických výsadeb je to např. při zalesňování výrazně nižší ujmavost vysazeného materiálu vlivem extrémních podmínek stanoviště v době výsadby. Drápela a Zach [8] popisují základní faktory ovlivňující tloušťkový přírůst. Jsou to především vlastnosti dřeviny (věk, geneticky dané vlastnosti dřeviny), stanovištní podmínky,

sociální postavení stromu v porostu, klimatické podmínky a poškození biotickými a abiotickými faktory.

Výběrem zkusných ploch a vzorníků byla snaha co nejvíce omezit vliv sociálního postavení stromu v porostu a vliv stanovištních podmínek. Šebík a Polák [14] charakterizují průběh ročního přírůstu u kruhovitě pórovitých listnáčů (vzorníky jasanu a dubů) tak, že jejich tloušťkový přírůst začíná ještě před rašením listů – v dubnu se tvoří jarní dřevo, a letní dřevo se začíná vyvíjet v druhé polovině července až začátkem srpna. U roztroušeně pórovitých začíná tloušťkový růst později, až po rašení listů, což bývá podle klimatických poměrů začátek až polovina května, přičemž růst ustává koncem srpna. Z toho vyplývá, že z klimatických podmínek mají největší vliv na přírůst srážky ve vegetačním období (viz obrázek č. 9).



Obr. 9: Porovnání běžného tloušťkového přírůstu jednotlivých vzorníků s průměrnými ročními srážkami a srážkami ve vegetačním období

Drápela a Zach [8] dále popisují, že tloušťkový přírůst u slunných a rychle rostoucích dřevin (např. borovice, bříza) zpočátku prudce stoupá, kulminuje v raném věku, a poté velmi rychle klesá. U dřevin stín snášejících je situace poněkud jiná – vzrůst tloušťkového přírůstu je pomalejší, ale trvá déle a kulminace nastává podstatně později. Na horších bonitách je pochopitelně přírůst menší než na lepších.

Při srovnání přírůstových křivek dřevin na výsypce Šmeral VII lze pozorovat, že vybrané dřeviny (jasan ztepilý, dub červený, dub letní a lípa srdčitá) ukončují juvenilní fázi svého individuálního vývoje mezi 15. a 20. rokem. Jejich dynamický tloušťkový přírůst se následně snižuje, tím se svým charakterem růstu přibližují dřevinám pionýrským. Nejméně se toto projevuje u dubu červeného. Při srovnání vztahu běžných ročních přírůstů a množství srážek lze sledovat trend zvýšených reakcí dřevin výsypkových stanovišť na nedostatek srážek do určitého věkového stádia. Ve věku 20 a více let vyvinutější kořenový systém dřevin pomáhá lépe odolávat snížené zásobě vody v půdě.

6 Závěr

Výsledky provedených letokruhových analýz vybraných dřevin ukazují odlišnou dynamiku růstu jednotlivých druhů dřevin na rekultivované výsypce Šmeral VII. Nejdynamičtější tloušťkový přírůst měl v prvním období růstu vzorník jasanu ztepilého. Poměrně brzy u něj došlo ke kulminaci běžného přírůstu, poté následoval pokles tloušťkového přírůstu. Dub letní v mládí přirůstal pozvolněji a po propadu přírůstu (s minimem v roce 1996) začíná znovu vzrůstající tendence běžných tloušťkových přírůstů. V posledních letech má ze všech porovnávaných dřevin nejvyšší přírůst dub červený. Lípa srdčitá měla v daných podmínkách výrazně odlišný průběh tloušťkového přírůstu.

Nejvyšší průměrný roční přírůst měl na výsypce Šmeral VII dub červený a jasan ztepilý (5,84 mm a 5,83 mm), následoval dub letní (5,24 mm), nejnižší byl u lípy srdčité (3,13 mm). Podle zjištěných údajů dřeviny vykazují po 40 letech růstu na výsypkových stanovištích průměrné produkční hodnoty.

Literatura

- [1] ČERMÁK P.: *Stanovení růstové vitality hodnocených taxonů dřevin*. Praha: VÚMOP, 2007.
- [2] ČERMÁK P., ONDRÁČEK V.: *Rekultivace antropozemí výsypek severočeské hnědouhelné pánve*. Metodika. Praha: VÚMOP, 2006.
- [3] ČERMÁK P., KORHEL J.: *Hodnocení půdotvorného procesu antropozemí Severočeské hnědouhelné pánve, jejich kategorizace a využití*. Praha: VÚMOP, 2003.
- [4] ČERMÁK P., KURÁŽ V.: *Hodnocení růstové vitality a časových změn v hydrofyzikálních vlastnostech výsypkových zemín v SHR*. Praha: VÚMOP, 1998.
- [5] DIMITROVSKÝ K. A KOL.: *Růst, vývoj a morfogenetické vlastnosti dřevin – základní rekultivační dendrologie*. Zpravodaj Hnědé uhlí 1/2008, Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., Most, s. 15-31.
- [6] DIMITROVSKÝ K. 1975: *K výběru lesních dřevin pro výsypková stanoviště a způsob jejich zakládání*. Acta ecol. natur. region, p. 30-37.
- [7] DIMITROVSKÝ K., 1989: *Lesnická rekultivace antropogenních půdních substrátů*. SZN Praha, 1989. 132 s. ISBN 978-80-209-0043-2.
- [8] DRÁPELA K., ZACH J.: *Dendrometrie*. 1. vyd. Brno: MZLU, 1995. 149 s.

- [9] JONÁŠ F.: *Tvorba půdy na rekultivovaných výsypkách v SHR*. Monografie VÚM, 1972, 303 s.
- [10] REMEŠ J., DIMITROVSKÝ K., KUBÁT J., GROSS J.: *Růst a vývoj dubu, smrku a modřínu na výsypkách v severozápadních Čechách*. Sborník recenzovaných referátů ed. H. Prknová. ČZU v Praze, 2008.
- [11] REMEŠ J., ŠÍŠA R., 2007: *Biological activity of anthropogenic soils after spoil-bank forest reclamation*. Journal of Forest Science, 53 (7): 2007, 299-307.
- [12] ŠPIŘÍK F.: *Lesnické meliorace převýšených výsypek a hald v oblasti SHR*. DZZ, VÚMOP, 1970.
- [13] ŠPIŘÍK F.: *Racionalizace lesnických rekultivací území devastovaných báňskou činností v oblasti SHR*. Metodika 8/1992, VÚMOP Praha.
- [14] ŠEBÍK L., POLÁK L.: *Nauka o produkci dřeva*. Příroda, Bratislava, 1990, 322 s.

Klimatické údaje poskytla meteorologické stanice v Kopistech.