



ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ

Disertační práce

Růstové vlastnosti dřevin na výsypkových stanovištích Mostecké pánve (Severočeské hnědouhelné pánve)

Ing. Václav Bažant

Školitel : doc. Ing. Martin Slávik, CSc.

Praha 2010

Abstract	3
1. Úvod	5
2. Cíl práce	5
3. Přírodní podmínky Mostecké pánve	6
3.1 Geologie a geomorfologie	6
3.2 Hydrogeologické poměry	8
3.3 Vývoj sedimentace v mostecké pánvi	9
3.4 Půdotvorné substráty	9
3.5 Vývoj vegetace a klimatu	11
3.6 Vegetace před zásahem člověka	12
3.7 Potenciální přirozená vegetace	12
3.8 Klimatické podmínky	13
4. Rozbor problematiky	14
4.1 Dendrochronologie a růstové analýzy dřevin	14
4.2 Lesnické rekultivace výsypek	18
4.3 Růst a vývoj dřevin na výsypkových stanovištích	31
5. Materiál a metodika	41
6. Charakteristika vybraných výsypkových stanovišť Mostecké pánve	44
6.1 Čepirohy – Bylany	44
6.2 Šmeral 1. etapa	44
6.3 Střimice – experimentální plocha	45
6.4 Větrák	46
6.5 Úžín	47
7. Výsledky hodnocených taxonů podle jednotlivých lokalit	52
7.1 Čepirohy-Bylany	52
7.2 Šmeral VII	65
7.3 Střimice	76
7.4 Vetrák	83
7.5 Užín	98
8. Diskuse	102
9. Závěr	108
10. Literatura	110

Abstract

The research focused on comparison of the growth of prevailing tree species, usually used for the spoil banks forest reclamation.

For the basic evaluation of the growth a method of tree ring analysis was applied. It studied particularly those factors with decisive effect on the increasement - like Antal precipitation, temperature or composition of spoil bank material. The total prosperity of individual tree specie was evaluated on the basis of mean increasement.

All tested forest reclamations are located in northern Bohemia, a traditional brown coal resource. These areas are more than 40 years old. There were set 26 plots in there, from which all samples of different trees were chosen. Every area represents one of the main spoil bank soil types. The dynamics of the growth was displayed by the Korf's curves.

The research proved a precondition that prosperity of individual tree species differs with the soil type. Conifers experienced remarkable growth in different areas than the leaf trees did . The best growth in general was observed on northern red oak (*Quercus rubra*). The amount of precipitation was identified as the key factor for increasement.

Klíčová slova: lesnické rekultivace, dynamika růstu, přírůst, letokruhové analýzy

Key words: forest reclamations, dynamic of growth, increment , tree ring analysis

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří byli ochotni věnovat svůj čas a s neuvěřitelnou ochotou napomoci ke vzniku této práce.

1. Úvod

Mostecká pánev je největší a těžebně nejvýznamnější hnědouhelnou pánví v České republice. Mezi Ústím nad Labem a Kadaní zaujímá plochu cca 140.000 ha. V Mostecké pánvi bylo doposud vytěženo více jak 3,5 mld. tun uhlí, z toho 2,6 mld. velkolomovým způsobem. Na vnější a vnitřní výsyvky bylo přesunuto více jak 7 mld. m³ nadložních zemin. S těžbou jsou spojeny rozsáhlé zábory převážně zemědělské půdy (udává se, že bylo zabráno 40. tis. ha) a likvidace sídel (celkem 84 sídel, z toho největší bylo město Most s 34 tisíci obyvatel) V současnosti probíhá těžba na Mostecku ve dvou lomech Vršany a ČSA. Ve zbývající části pánve se těží na lomu Bílina a v lomu Nástup Tušimice, (lom Tušimice-Libouš).

Povrchová těžba uhlí je, a po významně dlouhou dobu ještě stále bude, jedním z důležitých zdrojů energie pro ekonomiku ČR. Tento fakt podporuje i celosvětový trend růstu cen všech fosilních paliv, včetně růstu cen ropných produktů. Dobývání uhlí je však spojeno s rozsáhlou devastací krajiny a s výrazně negativními vlivy na životní prostředí. Dochází ke změnám krajinného rázu za vzniku zcela nových krajinných útvarů – výsypek. Lesnické rekultivace představují jeden ze způsobů, který v relativně krátkém časovém horizontu může obnovit základní funkce vznikajících ekosystémů. Lesní porosty mohou napomoci včlenění výsypkových novotvarů do krajiny. Nezanedbatelnou funkcí nově vznikajících porostů bude také funkce produkční. Schopnost růstu na těchto často velmi extrémních stanovištích se u jednotlivých druhů dřevin podstatně liší.

Výzkum v oblasti lesnických rekultivací je v ČR řešen od roku 1957. Prvotními kritérii pro výběr sortimentu rekultivačních dřevin byla především odolnost v prvním období po výsadbě. Pro zalesňování byly využívány především dřeviny se širokým ekologickým spektrem (olše, bříza, kultivary topolů aj.). Přihlíželo se také k toleranci na vysoké imisní zatížení území. S postupem úrovně odborného poznání bylo používané spektrum dřevin rozšířeno o lesnický významnější druhy a introdukované dřeviny, proběhlo prvotní testování proveniencí různých dřevin (modřín, borovice pokroucená).

V dosavadním hodnocení rekultivačního procesu se většina autorů věnuje vyhodnocování melioračního významu jednotlivých druhů, jejich počáteční ujímavosti a odrůstání sazenic, či vlivu různých opatření na jejich prospívání (Jonáš 1972, Dimitrovský 1975, 1976, Špiřík 1970, 1992, Čermák 2003, 2006). Velmi málo informací lze v literatuře najít o dlouhodobějším vývoji a dynamice růstu jednotlivých dřevin na těchto stanovištích (např. Remeš a kol. 2008, Dimitrovský a kol. 2008). Nejstarší lesnický rekultivované porosty dospívají do stádia, kdy je možno začít hodnotit jejich vývoj. Pro hodnocení vývoje přírůstů a faktorů, které ho ovlivňují, se nabízí dnes rychle se rozvíjející metody dendroekologických šetření pomocí letokruhových analýz. Publikováno bylo mnoho prací, např. Schweingruber (1996), Rolland et al. (2000), Bíba Kroupová (2001) aj. Předložená práce by ráda přispěla k poznání složitých vztahů, které ovlivňují růst a vývoj dřevin na těchto stanovištích.

2. Cíl práce

Cílem předkládané práce je zjištění dynamiky růstu a vývoje vybraných taxonů dřevin na výsypkových stanovištích v rámci zvoleného území. Na základě letokruhových analýz odvodit průběh tloušťkového přírůstu jednotlivých dřevin a vyhodnotit jejich růstové schopnosti na základních typech antropogenních substrátů Mostecké pánve. Dendroekologickým šetřením objasnit hlavní faktory ovlivňující přírůst dřevin a zjistit hlavní trendy jejich vývoje. Otestovat metodiku dendrochronologických analýz a vytvořit srovnávací časové řady přírůstů na jednotlivých výsypkových stanovištích pro další hodnocení.

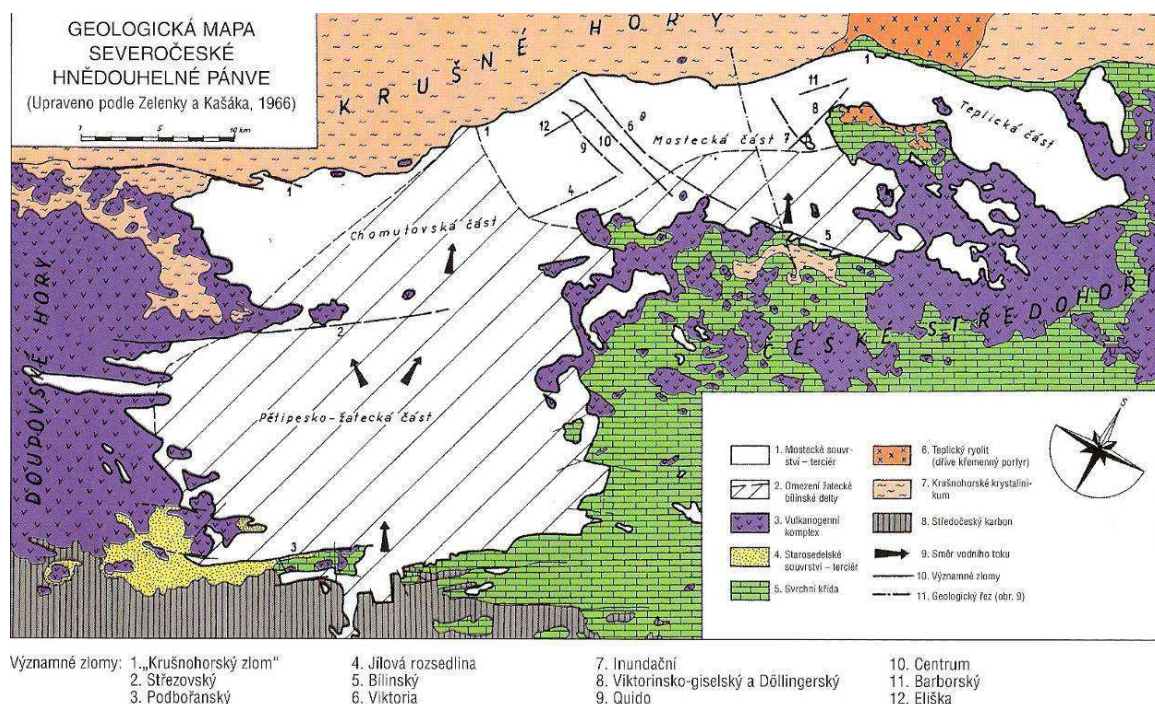
3. Přírodní podmínky Mostecké pánve

Mostecká pánev (dříve Severočeská hnědouhelná pánev)

3.1 Geologie a geomorfologie

Mostecká pánev se nachází v Krušnohorské soustavě, v části zvané Mostecká kotlina, která vznikla v severovýchodní části podkrušnohorského prolomu tektonickým poklesem území před Krušnými horami, Doupovskými horami, Českým středohořím a Džbánem. Reliéf Mostecké kotliny se vyznačuje geomorfologickou jednotvárností převládajících plošinných tvarů, vytvořených na miocénních jílech a píscích (strukturně denundační plošiny) a na fluviálních akumulacích (říční terasy).

V částech přiléhajících k Českému středohoří a Doupovským horám zpestřují dnešní povrch znělcové a čedičové kupy a kužele, většinou vypreparované denudací z pokrývky miocénních sedimentů. V její Z a JZ části dosahuje povrch Mostecké kotliny výšky 350 až 380 m n.m., v V a SV části 250 až 300 m n.m. Na rozdíl od oblasti, kde vznikla mělká a plochá údolí, jsou údolí na území Žatecké tabule většinou značně zahloubena (až přes 50 m) se svahy porušenými četnými erozními rýhami a sesuvy.



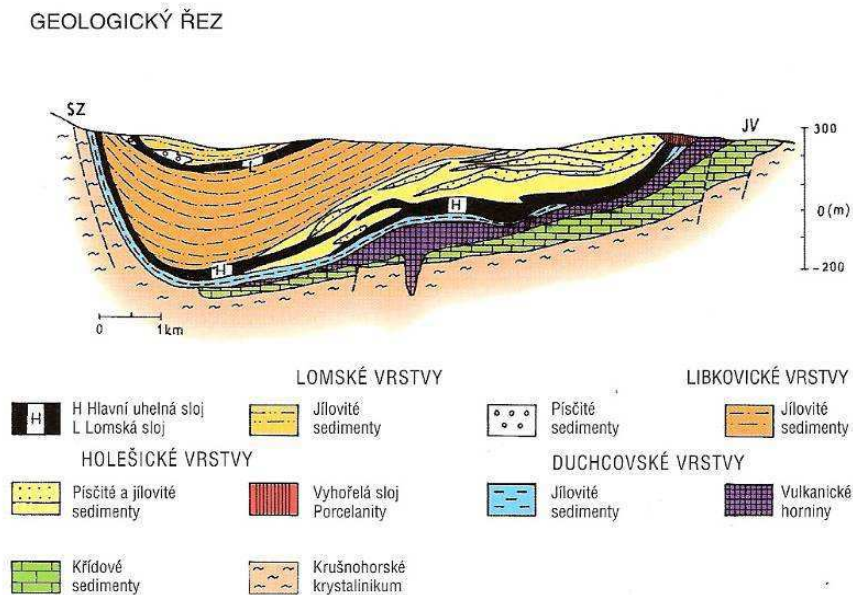
Obr. č. 1. Geologická mapa Severočeské hnědouhelné pánve (Hydroprojekt 1996)

Vývoj povrchových tvarů Mostecké kotliny podmínila jako místní erozní báze řeka Ohře, protékající dnes na rozdíl od staršího pleistocénu od západu k východu v údolí provázeném a vyplněném jedenácti terasovými stupni. Na ostatních tocích (Liboc, Blšanka, Chomutovka, Bílina) se vytvořily dva až tři terasové stupně. Úpatí krušnohorského zlomového svahu lemuje po celé délce mocná pleistocénní suťová halda a rozsáhlé náplavové kužely, vybíhající při větších vodních tocích jazykovitě hluboko do nitra kotliny.

Samotná Chomutovsko-mostecko-teplická pánev je rozložena ve směru SV-JZ mezi Doupovskými horami a Labem a ve směru SZ-JV mezi krystalinikem Krušných hor a Českým středohořím. Je naší nejdůležitější hnědouhelnou oblastí o rozloze asi 1400 km². Dělí se na tři

části: chomutovskou, mosteckou a teplickou. Chomutovská část je od mostecké oddělena tzv. jezersko-ryzelským hřbetem, mostecká od teplické lahošť'ským hřbetem.

Hnědouhelné sloje dosahují místy mocnosti několika desítek metrů, ve střední mostecké části v průměru 16 až 24m. Na okrajích klesá jejich mocnost až na 1m. Ve středním a severním úseku u Mostu jsou nejmocnější a nejkvalitnější uhelné sloje. Mocnost nadloží nad uhelnou slojí je velmi proměnlivá. Od několika metrů na okrajích až po několik desítek metrů pod úpatím Krušných hor. Původní ráz reliéfu území je z velké části setřen intenzivní těžbou hnědého uhlí.

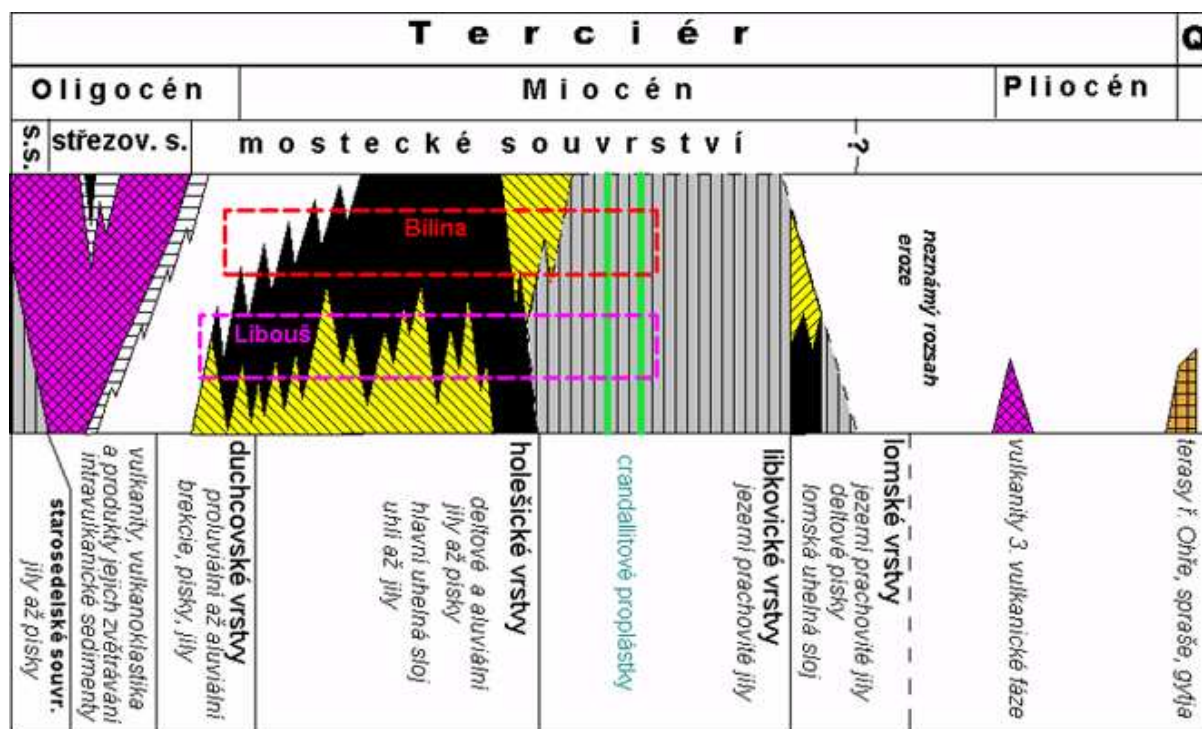


Obr. č. 2. Geologický řez Severočeskou hnědouhelnou pánví (Bouška, Dvořák 1997)

Nejhlubší podloží pánve je budováno především proterozoickými rulami krušnohorského krystalinika, v teplické oblasti tělesem paleoryolitu karbonského stáří, značná podloží na Žatecku je tvořena permokarbonskými písčitojílovitými sedimenty. Na těchto horninách navíc na velkých plochách spočívají až dvousetmetrové usazeniny křídového moře – slinovce pískovce.

Stratigrafický sloupeček sedimentární výplně mostecké pánve (Domáci 1977) ukazuje, že k nejranější pánevní výplni jsou řazeny sopečné horniny oligocenního středovského souvrství, budující podloží sloje, ale rovněž současné České středohoří a Doupovské hory. Zvětraliny pocházející z těchto sopečných hornin pozvolna přecházejí do jílu a písku duchcovských vrstev, které již představují období počátku sedimentární historie pánve ve spodním miocénu. Pozvolná přeměna říčního systému, který vytvořil duchcovské vrstvy v obrovský rašelinotvorný močál je v profilu signalizována výskytem tenkých uhelných slojek a ve vyšších vrstvách v profilu nalézáme především uhelnou sloj v prostoru žatecké delty rozštěpenou na několik lávek. V písčité části žatecké delty je profil sloje zcela nahrazen říčními písčitými a jílovitými usazeninami. Uhlenná sloj a její časové ekvivalenty (včetně

tělesa bílinské delty v nadloží sloje) jsou řazeny k holešickým vrstvám. Mocnost holešických vrstev se pohybuje od 20 do 300 m, podle toho zda jsou zastoupeny pouze uhelnou slojí nebo jejími písčitojílovitými ekvivalenty. Výše následující libkovické vrstvy představují jílovité usazeniny rozsáhlého jezera a tvoří převážnou část nadložních sedimentů v mostecké pánvi. V nejhlubší části pánve jejich mocnost dosahuje 300 m. V centrální části pánve jsou na vrcholu profilu vyvinuty jezerní jíly lomských vrstev s vysoce popelnatou pouze několik metrů mocnou uhelnou slojí na bázi (Hydroprojekt 1996).



Obr. č. 3. Stratigrafický sloupeček sedimentární výplně mostecké pánve (Domáci 1977)

3.2 Hydrogeologické poměry

Vývoj hydrogeologických poměrů Mostecké pánve byl značně komplikovaný – infiltrovaná voda z Krušných hor se propustným porfyrem dostávala pod nejnižší položené vrstvy sedimentární výplně. Zde se silně oteplovala a sytila minerálními prvky, následně se podle tektonických linií dostávala na povrch jako teplé minerální prameny. Krystalinikum v podkladních vrstvách pánve má na svém povrchu kaoliniticko-lateritické zvětralin, které izolují sedimentární vrstvu hnědouhelné pánve. Miocenní sedimentární jíly jsou pro vodu nepropustné – hydrologický význam vod ve vlastní pánvi je minimální. Kvartér je převážně pro vodu propustný, s výjimkou těžších sprašových hlín a infiltrující voda je zadržovaná postupně na bázi nepropustných jílových sedimentů.

Hydrologické poměry pánve byly ovlivňované různorodým profilovým i prostorovým výskytem podzemních vod a z tohoto hlediska nebyly příliš příznivé pro zemědělství a lesnictví. Důlní činnost výrazně ovlivnila hydrogeologické poměry celé oblasti (Čermák, Kohel, Dederá, 2002)

3.3 Vývoj sedimentace v mostecké pánvi

Plocha mostecké pánve začala fungovat jako sedimentární pánev na konci oligocénu a ve spodním miocénu, tedy někdy před 25 až 20 mil. let. V té době utichala hlavní fáze třetihorní vulkanické činnosti, která zformovala vulkanická centra Doupovských hor a Českého středohoří. Pásmo Krušných hor tehdy neexistovalo. Docházelo pouze k velmi pozvolnému poklesávání celé oblasti. Větráním starších hornin Českého masivu se uvolňoval štěrkový, písčité, prachovitý a jílovitý materiál transportovaný říčním systémem do oblasti pánve. Postupným zaklesáváním oblasti ve spodním miocénu se rozšiřovala plocha pánve. Z původně občas zaplavovaných bažin se postupem času staly periodicky nebo stále zatopené močály a na jejich dně se začala kupit rostlinná hmota. Jak se plocha močálu zvětšovala, rostlinstvo a plochy močálů odpařovaly stále více vody - severním směrem z pánve přestávala proudit voda. Je pravděpodobné, že ve vrcholných stádiích existence rašelinotvorného močálu panovala situace, kdy močál rozprostírající se po celé ploše pánve dokázal udržet a odčerpat veškerou vodu vtékající do pánve. Převažoval zde slatiništní režim. V době maximálního rozsahu „třetihorního severočeského močálu“ dosahovala mocnost odumřelé biomasy místy až 200m. Další horotvorné procesy společně s pozvolnými klimatickými změnami přinesly postupné zatápnění plochy močálů a jeho přeměnu na souvislé jezero. Jílovité usazeniny tohoto jezera pohřbily vrstvu rašeliny pod místy až 320m mocnou vrstvu jílu. Stlačení pod tíhou nadloží a prouhelňovací procesy proměnily vrstvu rašeliny ve hnědouhelnou sloj (Kvaček at. al. 2004).

3.4 Půdotvorné substráty

V prostoru Mostecké pánve se vyskytují níže uvedené typy půdotvorných substrátů.

Šedé miocenní jíly

K rekultivačním účelům se nejčastěji v mostecké pánvi používají šedé miocenní jíly (kolem 80 %). Nejčastěji se vyskytují kaoliniticko-illitické a illiticko-kaolinitické jíly bez příměsí (ojediněle i s příměsí montmorillonitu, nebo pouze s jedním jílovým minerálem) tvořeno jíly až jílovcí s proměnlivým zastoupením jílových minerálů. Proměnlivý je i obsah amorfních látek, podíl fyzikálního jílu, obsah organických látek koloidní a nekoloidní povahy a vlastnosti cementačních tmelů, které ovlivňují odolnost proti rozplavování a chemickému zvětrávání. K tmelům patří siderit, pelosiderit, karbonáty železa, vápníku a hořčíku. Tmely s převahou sideritu zvětrávají snadno, dochází k jejich zhnědnutí a rychlejšímu rozpadu strukturních elementů na destičky, šupinky a lístečky, s následnou elementarizací jílu. Šedé miocenní jíly různých barevných odstínů jsou zpravidla lupkovitě zpevněny, zvětrávají rychleji je-li zastoupen illit, pomaleji převažuje-li kaolinit. V důsledku intenzivních zvětrávacích procesů dochází ke ztuhnutí a omezení infiltračních schopností. Větší odolnost primární struktury na rozplavování vykazují jíly, které obsahují větší množství organické hmoty a vyšší zastoupení montmorillonitu **Počáteční fyzikální vlastnosti jsou většinou nepříznivé**, pouze při **zvětrávání** z lupkovité struktury na deskovitou, šupinkovitou až lístkovitou vytvářejí fyzikálně **příznivější půdní prostředí**. Jsou bezkarbonátové, půdní reakce bývá slabě alkalická až slabě kyselá, sorpční schopnost může být nízká až vysoká (v závislosti na zastoupení jílových minerálů). Za nízký lze považovat obsah fosforu, draslík bývá většinou na úrovni hodnocení středního a obsah hořčíku na úrovni obsahu vysokého.

Žluté až žlutohnědé nadložní jíly

Jedná se o horniny homogenní, silně vazké a slité. Mají obdobné mineralogické složení jako šedé jíly, rovněž chemické vlastnosti jsou s touto kategorií hornin porovnatelné. Za zcela

nevhodné lze považovat jejich fyzikální a hydrofyzikální půdní vlastnosti, které se nemění ani po delším období po jejich uložení na povrch výsypky vytvářejí trvale slitou půdní strukturu s nepříznivými infiltračními schopnostmi.

Směsné výsypkové nadložní zeminy

Heterogenní směs s různým podílem písčitých až jílovitých hornin. V těžebním prostoru Dolu Bílina tvoří rozhodující podíl skrývkových zemín, které se ukládají na povrch výsypek. Po stránce mineralogické se častěji vyskytuje křemen, přepálené horniny a z jílových minerálů převládá kaolinit. Zeminy jsou bezkarbonátové, půdní reakce bývá slabě kyselá až slabě alkalická. Sorpční schopnost, obsah organických látek a fosforu jsou nízké. Obsah draslíku a hořčíku je proměnlivý, většinou na úrovni hodnocení středního. Fyzikální a hydrofyzikální vlastnosti jsou značně proměnné, závislé na texturálním charakteru převládající zeminy a vykazují zcela nepříznivé protierozní vlastnosti.

Písky

Velký podíl skrývaných zemín v regionu tvoří písky (cca 10 %), šterkopísky, hlinitopísčité a písčitohlinité zeminy. Největší objemy se vyskytují na Dolech Bílina. Zeminy jsou texturálně značně různorodé, většinou mají nepříznivé fyzikální i protierozní vlastnosti. Mají nízký obsah fosforu i draslíku a nízkou sorpční schopnost. Jsou bezkarbonátové, půdní reakce může být kyselá až slabě alkalická, závislá na uložení zeminy nad uhelnou slojí.

Minerálně deficitní (fytotoxické) horniny

Horniny ve spodních řezech s uhelnou příměsí. Většinou se jedná o zeminy s převahou písků (písčitých jílu, jílovitých písků), častěji bývají zastoupeny i porcelanity, limonitizovaný pískovec, uhlí, v omezené míře pyrit a siderit. Vyznačují se nízkým obsahem všech živin, sorpční schopnost má značný rozptyl (je ovlivňována přítomností uhlí). Zvyšující se podíl zvětralého uhlí je příčinou zhoršujících hydrofyzikálních vlastností (omezená nasáklivost, vysoká erodovatelnost povrchu).

Přepálené horniny (porcelanity)

Jedná se o horniny ovlivněné zemními požáry (šedé jíly, zastoupeny mohou být i sprašové hlíny), různých barevných odstínů. Z hlediska pedologického jsou významnější horniny, které jsou méně odolné proti chemickému i mechanickému rozpadu (poskytují vhodný podíl jemnozeme). Obsah živin a sorpční schopnost bývá oproti šedým jílu nižší. K rekultivačním účelům jsou vhodné, jejich použitelnost se zvyšuje, jsou-li používány ve směsi se šedými jíly a sprašovými hlínami.

Spraše

Jsou to plavé, žlutohnědé až tmavěji hnědé hlinité zeminy čtvrtohorního stáří, které byly naváté větrem v chladných obdobích pleistocenu. Zrnitostně těžší hlinité sedimenty mají poměrně příznivé fyzikální vlastnosti i vodní režim.

Severočeské spraše, na rozdíl od typických spraší z oblasti jejich největšího rozšíření (České křídové tabule) vykazují nižší obsah prachových částic (0,01 -0,05 mm) a vyšší obsah fyzikálního jílu (částice menší jak 0,001 mm). Půdní reakce je slabě alkalická s obsahem karbonátů nad 5 %. Sorpční schopnost je závislá na zastoupení jílových minerálů, většinou se pohybuje na úrovni hodnocení středního až vysokého. Obsah fosforu je nízký, draslík a hořčík se vyskytuje na úrovni hodnocení středního. Nízký bývá i obsah humusu. K lesnické rekultivaci vysoce využitelné zeminy.

Sprašové hlíny

V oblasti severočeské podkrušnohorské pánve jsou to nejrozšířenější kvarterní sedimenty. Od typických spraší se liší nižším obsahem uhličitanu vápenatého (zpravidla jen ve stopách) a výrazným zjílovatěním. Zrnitostně jílovitohlinité zeminy vykazují ještě méně příznivou texturální skladbu, než pravé spraše. Proces výrazného zjílovatění je způsoben hydrolytickým rozkladem živců, z nichž vznikají jílové materiály s nepříznivými fyzikálními vlastnostmi (zvýšený obsah kaolinitu). Ostatní půdní vlastnosti (obsah živin, půdní reakce, obsah humusu) jsou porovnatelné se sprašemi rovněž jejich použitelnost pro lesnické účely je obdobná

Bentonity

Jsou to přírodní sorbenty tercierního původu, využitelné při meliorační úpravě deficitních půdních vlastností (půdní reakce, sorpční schopnosti, obsahu živin). Mají vysoký obsah montmorillonitu, obsah karbonátů se pohybuje u bentonitů kolem cca 1,5%, u tufitů až kolem 18,5 %. Sorpční schopnost a obsah živin je vysoký.

Slínité horniny

Horniny využitelné především při meliorační úpravě písčitých a fytotoxických zemin (půdní reakce, sorpční schopnosti, obsahu živin, fyzikálních a hydrofyzikálních vlastností). Využitelnost slínitých hornin k melioračním účelům je možné posuzovat podle obsahu jílových částic a karbonátů (Čermák, Kohel, Dederá, 2002)

3.5 Vývoj vegetace a klimatu

Podnebí, vegetace a krajina se v době tvorby hnědého uhlí zásadně lišily. Dle palynologických a fosilních nálezů můžeme dnes rekonstruovat obraz vegetačního složení Mostecké pánve v období akumulace rostlinného materiálu. Dle Kvačka (Kvaček at. al. 2004) v porostech rašelinotvorných močálů střídavě převládaly dva typy rostlin – jehličnaté dřeviny ze skupiny tisovcovitých a bažinné a vodní byliny. Nejvyšší stromové patro tvořily tisovce (*Taxodium*) s mohutně vyvinutými vzdušnými kořeny. Nižší stromové patro bylo složeno z opadavých listnatých dřevin jako je tupela (*Nyssa*) a dále zde rostly olše (*Alnus*), kraigie (*Craigia bronni*), zmarličníky (*Cercidiphyllum*), jasany (*Fraxinus*), jilm (*Ulmus*). Samostatné porosty tvořil zvláštní bažinný dub (*Quercus rhenana*). Pod nespojitým patrem z keřovitých druhů rostly vřesny (*Myrica integerrima*), rašelinné vrby (*Salix varians*) a ostružiníky. Jižní přítoky do pánve byly zarostlé hustými lužními lesy. V zaplavovaném okolí toku - měkkém luhu převažovaly olše (*Alnus*), topoly (*Populus*), bažinný javor (*Acer*), jilmy (*Ulmus*), jasany (*Fraxinus*), z keřů pak vrby (*Salix*) a trnovec (*Paliurus*) či vějířovité palmy typu Sabal. Okraj lesa byl pokryt bohatými liánami – réva (*Vitis*), loubinec (*Ampelopsis*) todalie (*Toddalia*), berchemie (*Berchemia*) a trnitý *Smilax*. Lužní les vyvýšených poloh nivy (tvrdý luh) měl daleko pestřejší složení. V nejvyšším stromovém patře byly zastoupeny ořechovce (*Carya*), platany (*Platanus*), jasany (*Fraxinus*) a řidčeji i tisovec (*Taxodium*). Nižšího vzrůstu dosahovala pestrá směs javorů (*Acer angustilobum*, *Acer integerrimum* aj.) habru (*Carpinus*), lípy (*Tilia*), nejdy (*Zelkova*) ambroně (*Liquidambar*) parrotie (*Parrotia*). Z keřových druhů se převážně v ekotonových společenstvech vyskytovaly růže (*Rosa*), hlohyně (*Pyracantha*), dřívěšník (*Berberis*), mahonie (*Mahonia*) aj.

Vlivem náhlého poklesu pánve a následné zvýšení hladiny vody dochází k postupnému zániku hnědouhelného rašeliniště.

3.6 Vegetace před zásahem člověka

Rekonstrukci květeny z období pozdní doby ledové a následujících čtvrtohor provedla Jankovská (1987) ze sedimentu bývalého Komořanského jezera. Koncem pleistocenu v mladém triasu (asi 8800-8150 let před n.l.) pravděpodobně pokrývala hřebeny Krušných hor tundrová vegetace s převládající břízou bělokorou, borovicí lesní, jalovcem obecným. V mírně teplotně vyšším počátku holocénu – preboreál (asi 8150-6800 před n.l.) nenastal ještě nástup jiných dřevin, došlo zřejmě jen k hustšímu zápoji porostů. V klimaticky příznivějším boreálu (asi 6800-5000 let před n. l.) se do borových porostů šířil dub, na jiná vhodná stanoviště pak lípa, jasan a jilm. Na hřebenech a svazích se silně rozšířila líska a postupně se začal objevovat smrk. V mokřadech pánve se již v tomto období objevuje olše lepkavá. V následujícím humidním období atlantiku a pozdějším epiatlantiku (5000-1200 let před n.l.) se předpokládají v pánvi průměrné roční teploty již kolem 11°C. V nižších polohách převládaly smíšené doubravy, v pobřežních zónách jezera rostly olše a vrby. Smrčiny převládaly na svazích Krušných hor, místy se uplatňuje buk a jedle. Během dalšího vývoje (subboreál-subatlantik) zůstávají lesní společenstva pánve bez větších změn.

Čtvrtohory byly nejrevolučnějším obdobím z celé geologické historie. Během dvou milionů let došlo k tak výrazným změnám, na které v předchozích érách potřebovala příroda desítky milionů let. Zásadně se mění říční síť a morfologicky se zvýrazňují pohraniční pohoří Čech. Tektonický rozpad území, doprovázený značnými vertikálními pohyby a některé další fenomény mají na svědomí dnešní tvárnost mostecké krajiny. V této době vystoupilo krystalinikum oproti dnu pánve o více než 1200 m a vznikající Krušné hory nakonec převýšily pánevní oblast o více než 500 m. Opakovanými nivelacemi bylo dokázáno, že krušnohorská zóna nadále stoupá. Zdejší krajina byla vystavena různým klimatickým periodám od drsných a mrazivých, kdy byla půda trvale zmrzlá do hloubky až přes sto metrů, tak i klimatickým poměrům, jež se podobají středomořským. Mráz zanechal stopy nejen roztrháním skalních hornin, ale i vznikem strukturních půd, dnes typických pro arktické oblasti. Dnešní podoby nabyla krajina v podstatě před 250 000 lety, když před tím koryto Ohře změnilo u Postoloprta směr a tok se přemístil na jižní úpatí dotvářejícího se Českého středohoří. Na konci pleistocénu, zhruba před 15 000 lety, vzniklo pravděpodobně v důsledku degradace věčné dlouhodobě zmrzlé půdy v námrazových jílovcích, pod Krušnými horami mělké průtoční jezero. Toto jezero, napájené i odvodňované řekou Bílinou, prošlo všemi typickými stádii vývoje od oligotrofního přes eutrofní až po distrofní a v historické době bylo jeho pozůstatkem Komořanské jezero. (Hurník, 2001).

3.7 Potenciální přirozená vegetace

Osídlení, které je doloženo již ze starší doby kamenné, mělo značný vliv na tvárnost původně souvisle zalesněné krajiny. První zemědělská činnost vedla ke klučení lesů. Nejvíce byly postiženy smíšené doubravy likvidované zejména od počátku vnitřní kolonizace ve 12. stol. V okolí středověkého Mostu je ve středověku dokladována intenzivní zemědělská činnost. Největší velkoplošné změny místní krajiny však nastaly až od druhé pol. 19. stol. těžbou hnědého uhlí. Mikyška (1968) zpracoval rekonstrukční geobotanickou mapu zachycující přirozenou vegetaci daného území před osídlením. Podle této mapy rostly podél řek údolní luhy s vrbami a topoly, přecházející na přilehlých svazích a v okolní pahorkatině v dubohabrové a dubolipové háje s bohatým bylinným podrostem. Na výše položených svazích rostly subxerofilní doubravy. Šípákové doubravy jako nejteplomilnější typ lesů, se vytvořil jen ve vrcholových partiích jižních svahů kopců sopečného původu.

Největší část pánve odpovídá svými podmínkami dubo-habrovým hájům (*Carpinion betuli*), ve kterých převládají duby (v převaze dub letní) s habrem.

Neuhäuslová (1998) řadí v Mapě potencionální přirozené vegetace České republiky vybrané lokality do komplexu sukcesních stádií na antropogenních stanovištích, což není v pravém smyslu jednotka potencionální vegetace. Dotčené lokality by se daly spíše přiřadit k dubohabřinám a lipovým doubravám (*Carpinion*) konkrétně k černýšovým dubohabřinám (*Melampyro nemorosi-Carpinetum*). Přirozenou skladbu tvoří stinné dubohabřiny s dominantním dubem zimním (*Quercus petraea*) a habrem (*Carpinus betulus*), s častou příměsí lípy (*Tilia cordata*, na vlhčích stanovištích *T. platyphyllos*), dubu letního (*Quercus robur*) a stanovištně náročnějších listnáčů jasan (*Fraxinus excelsior*), klen (*Acer pseudoplatanus*), mléč (*Acer platanoides*), třešeň (*Cerasus avium*). Ve vyšších nebo inverzních polohách se též objevuje buk (*Fagus sylvatica*) a jedle (*Abies alba*).

Podle Dostál (1957) Mostecká pánev patří převážně do teplomilné květeny (Sub-Panonicum), která je součástí středo- a jiho- východoevropské teplomilné květeny Pannonicum.

Dle regionálního fyto geografického členění (Slavík 1988), které posuzuje charakter vegetace určitého území na základě souboru ekologických faktorů a jejich specifického historického vývoje, náleží toto území do fyto geografické oblasti teplomilné květeny (termofytikum). Území spadá do 3 fyto geografických okresů – Střední Poohří, Podkrušnohorská pánev a Lounsko-labské středohoří, převážně v kolinním vegetačním stupni.

3.8 Klimatické podmínky

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 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 i významná složka proudění z východu až severovýchodu. Doba bezvětrí se pohybuje kolem průměrné hodnoty Podkrušnohoří, tj. cca 15 %.

Rozloha devastovaného území na Mostecku se dnes významně podílí na změnách mikroklimatu, které je bezesporu jedním ze základních ekologických činitelů ovlivňující celkový charakter stanoviště. Zdejší mikroklima je tvořeno v procesu vzájemného působení atmosférické složky, rostlinných organismů a půdních vlastností stanoviště, které jsou na výsypkách zcela atypické a rozhodující jako např. přehřívání a vysoušení sypaniny v prostoru aktivní i potenciální rhizosféry. Na charakter tohoto mikroklima má velký vliv hlavně sluneční radiace, celková cirkulace vzduchu, teplota vzduchu v přízemní vrstvě, vlhkost, charakter aktivního povrchu, který má zvlášť výrazný vliv. Dalším činitelem při tvorbě mikroklimatu je charakter rekultivovaného porostu a jeho následná péče.

Důležité je působení mikroklimatu. Rostlinný porost představuje druh aktivního povrchu, který se vyznačuje svými klimatotvornými účinky. Mikroklima daného porostu je zde výsledkem působení fyzikálních a biologických charakteristik. Studium vztahů mezi rostlinným porostem a jeho okolním prostředím představuje interdisciplinární problém. Při

jeho řešení jsou proto nutné znalosti z fyziologie, ekologie, hydrologie, meteorologie ale i z fyziky a chemie (Jeništa, Švec 2003).

4. Rozbor problematiky

4.1 Dendrochronologie a růstové analýzy dřevin

4.1.1 Tloušťkový růst dřevin

V podmínkách mírného pásma severní polokoule vzniká vlivem střídání období vegetace a období vegetačního klidu u dřevin nový plášť dřeva a kůry. (Telewski et Lynch 1991). Na poslední vrstvu dřevních buněk každoročně navazuje kambialní vrstva, z ní se vytváří směrem dovnitř vrstva dřeva a směrem ven vrstva kůry (Drápela a Zach 1995). Věkové pořadí vrstev dřeva a kůry je tedy opačné – nejstarší vrstva kůry je na vnitřní straně. Buňky, které kambium zpočátku vytváří, jsou většinou tenkostěnné, bohaté na cévy, široké a tvoří tzv. jarní dřevo. Ke konci vegetačního období se vytváří užší, tlustostěnné buňky letního dřeva. Přejít mezi jarním a letním dřevem není u jednotlivých dřevin stejně výrazný. Ostře ohraničené letokruhy je vidět u kruhovitě pórovitých listnáčů a u jehličnanů. Hůře identifikovatelné letokruhy jsou u roztroušeně pórovitých listnáčů např. u břízy a javoru. (Šebík, Polák 1990)

4.1.2 Průběh ročního tloušťkového přírůstu

Období hlavní růstové aktivity kambia se u jednotlivých druhů dřevin liší. U kruhovitě pórovitých dřevin začíná tloušťkový růst ještě před rašením listů. Vytváří se vrstva širokých cév, která je nutná pro vedení mízního proudu při rašení (starší cévy už tuto funkci dostatečně neplní). Doba mezi začátkem tloušťkového přírůstu a rašením je závislá na druhu dřeviny, stanovišti a na klimatických podmínkách. Letní dřevo se začíná vytvářet až po úplném rozvíjení listů. Tloušťkový přírůst kruhovitě pórovitých dřevin trvá 4 a ½ měsíce. U roztroušeně pórovitých dřevin tloušťkový přírůst začíná až v určitém stádiu vývoje listů (např. u pozdě rašícího buku je to obvykle až počátkem května). Hlavní období dělení buněk kambia trvá od poloviny května do srpna – roztroušeně pórovité dřeviny mají kratší období tloušťkového přírůstu (3 až 3 a ½ měsíce).

U jehličnatých dřevin můžeme také rozlišit dvě skupiny dřevin. Tloušťkový růst borovice, douglasky a částečně i modřínu je podobný kruhovitě pórovitým listnáčům (např. jarní dřevo borovice začíná přirůstat koncem dubna – začátkem května, letní dřevo pak v červenci – srpnu). Kambialní růst je ukončen začátkem září tzn., že tloušťkový růst těchto dřevin trvá 4-5 měsíců. Do druhé skupiny jehličnatých dřevin můžeme zařadit smrk a jedli. Tloušťkový růst u nich začíná později, většinou v polovině května, zpravidla současně s rašením pupenů. Letní dřevo se začíná tvořit od začátku června. Tyto dřeviny mají opět kratší období tloušťkového přírůstu (3 až 3 a ½ měsíce). Schober (1949) zjistil, že průběh přírůstových křivek za jedno vegetační období poukazuje na výrazné vyvrcholení tloušťkového přírůstu v určitém měsíci (růstové křivky a z nich odvozené přírůstové křivky mají typický tvar písmene S – roční průběh tloušťkového růstu a růstový proces jako funkce věku mají stejný rytmus). Z přírůstových křivek lze vysledovat kulminaci tloušťkového ročního přírůstu, která je druhově specifická. Velmi časně – v červnu vrcholí růst modřínu, borovice a douglasky. Později koncem června a začátkem července vrcholí tloušťkový přírůst u smrku a buku. Nejpozději vrcholí přírůstová křivka u dubů.

4.1.3 Faktory ovlivňující tloušťkový přírůst

Mezi nejdůležitější faktory ovlivňující tloušťkový růst patří klimatické poměry, stanovištní podmínky, sociální postavení jedince v porostu, specifické vlastnosti dřevin a případné

poškození biotickými či abiotickými činiteli. Drápela a Zach (1995) popisují, že na velikost tloušťkového přírůstu (tedy na velikost a další vlastnosti letokruhu) působí věk, geneticky dané vlastnosti dřeviny a vliv okolního prostředí, takže zvláště velikost (šířka) letokruhu je určena funkcí věku a okolních vlivů (např. klimatických faktorů, imisního zatížení, kalamit, změny vláhových či světelných podmínek, výchovných zásahů apod.).

Růst dřevin závisí především na teplotě, a zásobě vody v půdě, nejvyšší rychlosti je dosaženo v případě, že ani jeden z těchto faktorů není limitující. Šebík, Polák (1990) uvádí teplotní optimum je kolem 13°C a plně nasycená vodní kapacita půdy. První mateřské růstové buňky se objevují při dosažení průměrné denní teploty 5°C (+1°C).

Vliv sucha na tvorbu letokruhů závisí na termínu, kdy se sucho dostaví. Některé dřeviny jsou vysoce senzitivní, většinou s mělkým povrchovým kořenovým systémem např. smrk. Buk je v porovnání se smrkem odolnější. U modřínu se vliv suchých let na tvorbu letokruhů nedá spolehlivě určit. Naproti tomu tloušťkový růst dřevin ve vyšších polohách, kde je přebytek půdní vlhkosti se v suchých letech zvyšuje. Ve vlhkých letech mají větší přírůstek dřeviny na jižních svazích, v suchých letech více přirůstají dřeviny na severních svazích.

Tloušťkový růst je druhově specifický. Podobnost letokruhových křivek jedné dřeviny je téměř vždy větší než u různých dřevin (Huber 1952). Porovnáním průběhu růstových křivek různých druhů dřevin na stejném stanovišti lze odvodit jejich odlišnou dynamiku růstu. Tloušťkový přírůst slunných a rychle rostoucích dřevin (např. borovice, bříza) zpočátku prudce stoupá a v raném věku kulminuje a poté velmi rychle klesá. U dřevin tolerujících zastínění 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.

Značný vliv na tloušťkový přírůst má *sociologické postavení* stromu v porostu. Každý jedinec má na stanovišti individuální charakter růstu a všechny změny, které na stanovišti proběhly se odrazí v letokruzích. Tloušťkové rozdíly různých stromových tříd v porostu jsou značné, i když absolutní výškový rozdíl je malý. Wiedemann (1955) zjistil, že zvětšujícím se rozestupem se tloušťkový přírůst zvyšuje, ale pouze po určitý optimální stromový rozestup. Po překonání optimálního rozestupu, už k dalšímu zvyšování nedocházelo. Na uvolnění reagují slunné dřeviny nepatrným zvýšením přírůstu, stín tolerující dřeviny mohou po silné porůbce zvýšit přírůst až o 20%. Nápadné zvětšení šířky letokruhů bylo zaznamenáno u stín tolerujících dřevin při náhlém uvolnění. Vzorníky je tedy nejlépe vybírat z dřevin nadúrovňových nebo vrůstajících do nadúrovně, protože jsou méně ovlivněny výchovnými zásahy a je zde menší pravděpodobnost poruch v tvorbě letokruhů.

Výrazněji se může na tvorbě a šířce letokruhů projevit změna zapříčiněná nadměrnou defoliací (extrémní sucho, hmyzí škůdci). V letech mimořádného sucha může zmenšování přírůstu doznávat jeden až dva roky. Přírůstek začne vzrůstat, až po překonání deprese.

Při prudkých změnách růstových podmínek může docházet k zmenšování nebo zvětšování přírůstu, ale i k nepravidelné tvorbě letokruhů. V některých letech se vytvoří tzv. dvojité letokruh, který může být způsoben následným rašením v témže roce po větší defoliaci (holožíru). Oproti tomu se na extrémních stanovištích v suchých letech u dřevin rostoucích v podúrovni často ve větší části kmene letokruh nevytvoří.

Na letokruzích se mohou objevovat hojivá pletiva a jizvy, traumatické pryskyřičné kanálky, změny ve struktuře pletiv, které mohou být způsobené různým mechanickým poškozením (požárem, větrem, mrazem, okusem zvěří apod.).

4.1.4 Rozložení tloušťkového přírůstu na kmeni

Šířka letokruhů v různých výškách na kmeni není stejná. Klesá od paty stromu směrem na horu, přičemž minima dosahuje zhruba v 1/5 výšky kmene a poté zase stoupá. Se vzrůstajícím věkem se hodnota minima tloušťkového přírůstu posouvá výše po kmeni – ve věku 30-50 roků je to přibližně ve výšce do 4m, ve vyšším věku v přibližném rozmezí 7-13m. Při silném omezení růstu se letokruhy vytvářejí spíše ve vyšších částech kmene. (Šebík, Polák 1990)

4.1.5 Datování

Datování (synchronizace) lze charakterizovat jako přiřazení roku vzniku jednotlivým letokruhům. Je důležitým identifikátorem stáří dřeviny. Základním principem datování je předpoklad, že každý rok přibude jeden letokruh. Vzhledem k různým poruchám ve vývoji letokruhů (letokruh v daném roce se nevytvoří vůbec - je neměřitelný, nebo se během jednoho vegetačního období vytvoří 2 letokruhy - tzv. falešný letokruh) a k jejich variabilitě se k datování zpravidla využívá srovnání více letokruhových sérií (tzv. cross-dating), kdy se vzájemně srovnávají místa výskytu významně úzkých nebo širokých letokruhů. Letokruhové série vzniklé za stejných podmínek vykazují podobné střídání úzkých a širokých letokruhů. Lze tedy předpokládat, že podobné růstové podmínky způsobí, že vzájemné vztahy letokruhů budou u všech srovnávaných sérií stejné, i když absolutní hodnoty šířek letokruhu se mohou lišit. Pro datování jsou významné tzv. signatury (pointer years) – minima nebo maxima, jejich velikost se výrazně liší od ostatních. Bez spolehlivého datování není možné plnohodnotně využít letokruhovou analýzu.

Drápela a Zach (1995) popisují několik metod datování:

- Vizuální synchronizace – základní metodou synchronizace je metoda okulárního pozorování letokruhových řad. Aby se tyto řady mohly porovnávat, je nutné najít markantní body. Jsou to body, které se velmi výrazně liší od ostatních. Vizuální metoda se z důvodu větší názornosti provádí na letokruhových křivkách, což je grafické znázornění hodnot tloušťkového přírůstu pro jednotlivé roky na časové ose.
- Synchronizace s pomocí matematických a statistických metod - metoda „skeleton plot“ je grafickým znázorněním hlavních signatur letokruhové křivky, zvláště minim. Cílem je maximálně možné sesouhlasení skelotonových grafů srovnávaných letokruhových řad.
- Metoda procenta souběžnosti – vyjadřuje v kolika procentech případů dochází ke shodnému trendu mezi srovnávanými letokruhovými křivkami.
- Trend intervalu – pro orientační posouzení více křivek najednou. Porovnává se kolik srovnatelných letokruhových křivek má v rámci jednoho intervalu shodný trend. Účelem je zjistit, které roky mohou být významné pro datování.
- Výpočet korelačního koeficientu – posuzuje nejen shodu stoupání a klesání hodnot, ale i „blížkost“ jejich hodnot.

4.1.6 Letokruhová analýza

Letokruhová analýza je soubor speciálních postupů (měřických, matematických, statistických a jiných), které umožňují řešení určitého problému (např. datování určitých událostí, vliv antropogenních faktorů na tloušťkový přírůst, modelování klimatu apod.) pomocí rozboru šířek letokruhů, jejich vzájemných vztahů a míry působení vlivu okolního prostředí na jejich vznik a velikost (Drápela, Zach 1995).

Porovnáváním letokruhových křivek jednotlivých dřevin na stejném stanovišti můžeme analyzovat faktory, které působí pouze na daného jedince (konkurenční prostředí v porostu, zdravotní stav jedince aj.) a faktory působící shodně na všechny stromy v porostu (klimatické

podmínky, gradace škůdců aj.) Prokládáním letokruhových křivek určité oblasti získáme výrazné společné rysy vývoje přírůstu, naopak eliminujeme individuální odchylky jednotlivých dřevin. Výrazný pokles růstu oproti předchozímu růstu trvající více jak 3 roky se označuje jako náhlá růstová změna (abrupt growth change). Vinš (1961) zjistil, že shoda průměrných křivek z několika vzorníků ze zkusných ploch i velkého geografického celku je velmi značná. To platí o jedné dřevině, neboť různé dřeviny i na témže stanovišti mohou podle svých ekologických nároků odlišně reagovat na vnější vlivy. Zvláště výrazně se uplatňují extrémní roky, které se na letokruhové křivce projevují v typických tvarech – střídání maximálních a minimálních hodnot tzv. signatury. Právě tyto signatury umožňují sladění jednotlivých křivek.

4.1.7 Analýzy časových řad

Faktory ovlivňující šířku letokruhu lze také rozdělit na postupné (projevující se ve více letech) a na faktory, které způsobuje meziroční kolísání (sezónní složka).

Mezi postupné faktory patří individuální vývoj jedince (ontogeneze), každá dřevina má svůj individuální vývoj růstu (rychlejší růst v mládí a jeho postupný pokles). Střednědobé až dlouhodobé změny přírůstu mohou být způsobeny bezprostředními vlivy okolních dřevin (konkurence, výchovné zásahy aj.) gradací hmyzích škůdců nebo imisemi.

Meziroční kolísání je významnou měrou podmíněno charakterem klimatu jednotlivých let, prakticky se nejvíce využívá k dataci. Pro vyjádření trendu časové řady lze využít některou z přírůstových křivek (např. Korfovu křivku). Potlačení sezónní složky umožňuje lépe postihnout dlouhodobější tendence časových řad. K eliminaci sezónní složky lze využít metodu (n-letých) klouzavých průměrů. Klouzavý průměr se používá pro jednodušší odhalování trendu časové řady, počítá se jako průměr stejného počtu za sebou jdoucích období.

4.1.8 Způsoby využití dendrochronologie a dendroekologie

Dendrochronologie se zabývá vyhodnocováním vztahů mezi růstem stromů a vnějšími faktory, které růst (šířku letokruhů a její změny) ovlivňují. Hlavním cílem není jen datování, ale i využití všech informací získaných i letokruhů.

Letokruhové analýzy vedly k rozvoji dendroekologie jako vědního oboru studujícího vzájemné vztahy dřevin, interpretované šířkou letokruhu a různých vlivů okolního prostředí.

V lesnictví jsou využívány k posuzování růstových procesů, k zjišťování biologických vlastností dřevin, jejich ekologických nároků a možností růstu v různých stanovištních podmínkách (tzv. ekologické spektrum dřevin.)

Vinš (1961, 1962) využil letokruhovou analýzu při zjišťování imisních škod v oblasti Krušných hor a Děčínského Sněžníku. Průzkum dokázal, že mírně poškozené porosty na pokles přírůstu v důsledku působení imisí se v Krušných horách začal projevovat v roce 1952. V roce 1958 mírně poškozené porosty na Chomutovsku dosahovaly asi 70 % přírůstu nepoškozených porostů. V odumírajících porostech v oblastech Mostecka a Teplicka poklesl přírůst až na 10 % přírůstu imisemi nepoškozených porostů.

Podle Vinše (1960) za pomoci letokruhových analýz je možné řešit otázku výzkumu růstových procesů lesních dřevin a jejich biologických vlastností porovnáváním závislosti šířky letokruhů na stanovištním typu (statický faktor) a kolísání počasí (dynamický faktor) v jejich kvalitativních a kvantitativních účincích a z těchto závislostí sestavit spektrum ekologických nároků jednotlivých dřevin. Z letokruhových analýz lze určovat, kdy došlo k cyklické žírně hmyzu, rok a výšku povodní (zranění kmene), mrazové letokruhy, datování odkrytí kořenu, svahové posuny, sesuny lavin (sněhové, kamenné) apod.

Novější práce publikovala Sander a kol. (1995), Kroupová (2001, 2002), Šrámek (2000), Šrámek a kol. (2008).

Kyncl a Wild (2004) použili letokruhovou analýzu pro datování velkoplošného odumírání kleče v Krkonoších. V práci hledají souvislost mezi snížením přírůstu letokruhů borovice kleče v letech 1939-1956 a žírem bejlmorky borové.

4.2 Lesnické rekultivace výsypek

4.2.1 Zakládání lesních porostů

Zalesňování nadložních skrývkových zemin je složitý proces s počátečními extrémními půdními a mikroklimatickými podmínkami pro vývoj dřevin. Vznikající lesní porosty na těchto stanovištích jsou proto zařazeny podle lesního zákona do kategorie lesů ochranných, ev. do lesů zvláštního určení, kde plní kromě rozšíření produkční základny lesa, především funkce úpravy klimatických a vodohospodářských poměrů rekultivované krajiny, kvalitativně usměrňují probíhající půdotvorný proces, omezují účinky vodní eroze a plní i sociální funkce – vytváření příměstských lesů se zvýšenou rekreační hodnotou, biologickou různorodostí apod.

Úspěch zakládání lesních porostů na výsypkách je závislý především na pedologických vlastnostech skrývkových zemin použitých k rekultivačním účelům, technologiích uplatňovaných při úpravě deficitních půdních vlastností, výběru vhodných druhů dřevin pro odlišné výsypkové zeminy, způsobu zalesňování, plošném uspořádání porostních směsí, sponu, jakosti zalesňovacího materiálu a následném ošetřování a ochraně lesních kultur proti biotickým činitelům. (Čermák, Kohel, Dederá, 2002)

4.2.3. Charakteristika nadložních hornin a zemin v oblasti Mostecké pánve

Převážná část nadloží (téměř 80 %) je tvořena šedými miocenními jíly různého mineralogického složení, které se při rekultivačních procesech nejvíce uplatňují. Základní složky tvoří kaolinit a illit s různou příměsí montmorillonitu, přičemž se mění jejich vzájemný kvantitativní poměr. Z hlediska lesnické rekultivace jsou méně příznivé jíly s převahou kaolinitu, které jsou kompaktnější, lasturnatě odlučivé, lupkovitě zpevněné, těžko zvětrávající. Jílovité minerály illitického typu mají vlastnosti příznivější a vyznačují se obvykle deskovitou, šupinkovitou až lístkovitou odlučností, rychleji zvětrávají a vytvářejí po určitou dobu fyzikálně poměrně příznivou zeminu. Z hlediska chemismu se šedé jíly vyznačují celkem dostatečnou zásobou hlavních živin, s nízkým obsahem fosforu a dusíku. Půdní reakce je vesměs neutrální až mírně alkalická, s průměrnými hodnotami pH 6,5 - 7,3. Úspěch lesnické rekultivace však bude limitován především fyzikálními vlastnostmi, strukturou a zrnitostní skladbou jílu, které jsou většinou nepříznivé.

Z dalších hornin, s kterými se v nadloží setkáváme jsou spraše a sprašové hlíny (3 %). Mají rozdílnou zrnitostní skladbu a fyzikální vlastnosti, zejména jejich strukturu. Tyto substráty se mohou velmi progresivně projevit při dalším vývoji půdy a ovlivnit rychlejší oživení půdních horizontů.

Velký podíl nadloží (10 %) tvoří miocenní a pliocenní písky, šterkopísky a písčitohlinité zeminy, které se vyznačují nedostatkem základních minerálních prvků pro rostliny a nedostatkem organických látek. Ani fyzikální vlastnosti těchto zemin nelze označit za příznivé. V malém měřítku jsou v nadloží zastoupeny porcelanity (přepálené jíly), oxyhumolity, vazké žluté jíly aj. (Špiřík 1992)

Čermák, Kohel, Dederá (2002) uvádějí kategorie nadložních zemin a hornin Mostecké pánve vhodných pro lesnickou rekultivaci:

1. Horniny a zeminy kvartérního geologického původu (sprašové hlíny, ostatní kvartérní sedimenty - svahové hlíny, hlinité písky a štěrky, hnědé a podzolované lesní půdy atd.).
2. Horniny a zeminy terciérního-miocenního původu (šedé jíly KMI, nebo jejich mineralogické přechody IKM, IMK s lístkovitou strukturou a vykazující značnou odolnost proti zvětrávání a rozplavení).
3. Horniny a zeminy terciérního-miocenního geologického původu (šedé jíly MIK, MKI, KI s lístkovitou odlučností v procesu zvětrávání).
4. Horniny a zeminy terciérního geologického původu (šedé jíly IK a různé druhy jemně dispergovaných a peptizovaných jíílů a štěrkopísky se zastoupením vhodného podílu jemnozeme).
5. Extrémně plastické a dispergované peptizované žluté jíly a štěrkopísky s nízkým zastoupením podílu jemnozeme (mezi 10-20 %). Tato skupina vyžaduje již náročnější meliorační přípravu zeminy.
6. Horniny texturálně lehčí, sterilní písky. Tato skupina vyžaduje již náročnější meliorační přípravu zeminy.
7. Jíly s uhelnou příměsí, sterilní terciérní písky s uhelnou příměsí obsahující sloučeniny síry a markazitu. Tato skupina vyžaduje převrstvení vhodnější výsypkovou zeminou nebo náročnější meliorační přípravu zeminy.

KMI - jíl kaoliniticko-montmorilloniticko-illitický

IKM - jíl illiticko-kaoliniticko-montmorillonitický

IMK - jíl illiticko-montmorilloniticko-kaolinitický

MIK - jíl montmorilloniticko-illiticko-kaolinitický

MKI - jíl montmorilloniticko-kaoliniticko-illitický

KI jíl - kaoliniticko-illitický

IK jíl - illiticko-kaolinitický

Přímá rekultivace výsypkových substrátů je nejčastější variantou prováděných rekultivací v podmínkách výsypek severočeské hnědouhelné pánve. Při rekultivaci těžších výsypkových materiálů (písčito-jílovitá hlína, jílovitá hlína, prachovitá hlína), dochází ke vzniku antropozemí pelických a pokud se rekultivují materiály lehké (písek, hlinitý písek) dochází ke vzniku i antropozemí arenických. Jestliže nelze vytvořenou půdu zařadit do některého z výše uvedených sub typů, pak se klasifikuje pouze jako antropozem. Méně častou formou lesnické rekultivace (typickou např. pro rekultivace Dolů Bílina) je vytváření i antropozemí překrytých, kdy dochází k převrstvení povrchu výsypek substráty lepších zrnitostních a jiných vlastností, než má většinový substrát bez výrazného prohumóznění. Pro tyto účely jsou v severočeské hnědouhelné pánvi dostupné (obdobně jako pro potřeby rekultivací zemědělských) zejména sprašové hlíny (převažují texturálně těžší) a lokálně již omezeně např. slínovce, bentonity, event. směsi texturálně různorodých svahovin. (Čermák, Ondráček 2006)

4.2.4 Vývoj lesnický zkulturnovaných antropogenních půd v SHK

Probíhající půdotvorný proces na výsypkových zeminách terciérního původu - šedých jílech a kvartérního původu - sprašových hlínách ve stáří cca 40 let je možné v současné době hodnotit takto:

1. Proces fyzikálního zvětrávání zemin terciérního původu - šedých jíílů u lesnické rekultivace je značně omezený a postihuje výrazněji pouze povrchový půdní horizont o mocnosti cca 0,2

m, typický lístkovitou strukturou (náznakově i drobtovitou), která se zvyšující se hloubkou půdního profilu přechází v kostkovitou. Kumulace organické hmoty v povrchovém půdním horizontu podmiňuje i profilovou diferenciaci zrnitostního složení. Povrchový horizont lze hodnotit jako písčité až jílovitohlinitý, přecházející směrem do hloubky v jílovitý až jílný. Probíhající půdotvorný proces pozitivně ovlivňuje i fyzikální a hydrofyzikální vlastnosti. Povrchový půdní horizont lze charakterizovat jako silně pórovitý (tomuto stavu odpovídají i velmi nízké hodnoty objemových hmotností) a silně vododržný, s příznivými infiltračními vlastnostmi. Směrem do hloubky půdního profilu dochází k postupnému snížení pórovitosti, stav vododržnosti se nemění.

Výsypkové zeminy kvartérního původu - sprašové hlíny, lze naopak v celém půdním profilu hodnotit jako bezstrukturální, bez profilových změn zrnitostního složení, některé fyzikální půdní vlastnosti (pórovitost, max. kapilární kapacita) doznávají se zvětšující se hloubkou půdního profilu intenzivnější změny.

2. Nárůst acidity v půdním profilu o celkové mocnosti 0,6 m je vyšší u zemin terciérního původu - šedých jílnů, oproti sprašovým hlínám, kde tato půdní charakteristika vykazuje hodnotitelné změny pouze u povrchového půdního horizontu, směrem do hloubky se již výrazně nemění a její stav je vysoce porovnatelný s obdobím v počátku provádění rekultivací.

3. Změny v obsahu organické hmoty (Cox) vykazují na všech antropogenních půdách rekultivovaných lesnickým způsobem výraznou profilovou diferenciací. Podstatně vyšší obsahy (Cox) jsou charakteristické především pro půdní horizonty 0,1 m, směrem do hloubky půdního profilu dochází k postupnému snižování této veličiny až na úroveň, která charakterizuje tyto zeminy v počátku provádění rekultivací. Tyto kvantitativní změny ovlivňují v povrchovém půdním horizontu i vývoj poměru C : N (dochází k jeho rozšíření) a zastoupení huminových kyselin a fulvokyselin (dochází k jejich vyrovnání), průběh těchto půdních změn je opět odlišitelný (specifický) v závislosti na geologickém původu výsypkových zemin.

4. Probíhající půdotvorný proces je provázen i výraznými změnami v obsahu většiny přístupných živin, které v tomto časovém období doznávají i zřetelné profilové diferenciacie. Jedná se zejména o obsah fosforu, draslíku a dusíku, jehož nárůst se na všech antropogenních půdách zvýrazňuje především u půdního horizontu 0,1 m, v důsledku probíhajících biologických procesů a zvětrávání primárních silikátů.

5. Kumulace organických látek především u půdního horizontu 0,1 m na všech lesnických rekultivovaných antropogenních půdách ovlivňuje pozitivně vývoj výměnné kapacity. U šedých jílnů je stav sorpční schopnosti půdy výrazněji ovlivňován i zvyšováním H⁺iontů v sorpčním komplexu, provázené snižováním jeho sorpčního nasycení, naopak u sprašových hlín lze považovat vývoj těchto půdních vlastností za neměnný, vysoce porovnatelný se stavem v počátku provádění rekultivací (Čermák, Kohel, Dederá, 2002).

4.2.5 Půdní fyzika a hydropedologie

Fyzikální a hydropedologické vlastnosti u všech antropogenních půdních substrátů se jeví jako klíčový faktor jak z hlediska půdotvorného, tak i dendrologického. Primární fyzikální a hydropedologické vlastnosti předurčují volbu skladby dřevin a jejich zastoupení v porostech zakládáných na výsypkových stanovištích. Důležitým faktem je, že žádný z půdních substrátů antropogenní povahy není v kontaktu s podzemní vodou. Vláhová potřeba je tedy podmíněna množstvím spadlých atmosférických srážek a kumulativní schopností antropogenních půdních substrátů. Běžným rysem všech půdních substrátů na recentních útvarech je ta skutečnost, že

podzemní voda nedosahuje do fyziologické hloubky profilů (0-120 cm). Následkem toho probíhá translokace rozpustných látek (minerálních a organických živin) pouze vertikálním směrem vlivem zasakující vody.

Podle půdní fyziky a hydrologie je řízena hloubka provlhčení a prokořenění profilu. Všeobecně platí zásada, že se zvyšující se vertikální kumulativní schopností substrátů pro vodu se úměrně zvyšuje hloubka prokořenění. U antropogenních půd terciárního miocenního stáří dezagregovaných a ulehých se významným podílem na morfologii kořenových soustav uplatňuje vzdušný režim.

Příznivý vliv výskytu makropórů na fyzikální vlastnosti a pohyb vody v kapalně fázi u strukturních typů antropogenních půd je po celou dobu prováděných pedologických a dendrologických šetření vysoce průkazný. Četnost makropórů rozdílných velikostí a geometrických tvarů je podmíněna primární strukturou zemin ukládaných na povrchu výsypek.

Četnost makropóru nenasycených a polonasycených vodou se příznivě projevuje na množství a cirkulaci půdního vzduchu, především ve fyziologické hloubce profilů jílovité povahy (jíly žluté, šedé, jíly cyprisové a vulkanodetritické série). Bylo zjištěno, že v důsledku dlouhodobého nasycení makropórů srážkovou vodou (v hloubce 0-60cm pod povrchem) dochází k fyziologickému oslabení a v některých případech i k vzestupu patogenních hub a tím i ke kořenovým hnilobám dřevin (např. borovice vejmutovka, douglaska tisolistá).

Nezastupitelným půdotvorným a půdoochranným faktorem při rekultivaci minerálně silných i slabých antropogenních půd je nepochybně vlastní porost. (Dimitrovský 1999)

4.2.6 Druhá skladba dřevin na výsypkových stanovištích

V počátcích lesnické rekultivace se používalo jen dřevin pionýrských, tj. hlavně topolů a olší, které byly zakládány v monokulturách. Současná koncepce vychází z předpokladu, že je možné stanoviště upravit tak, aby převážná většina výsadeb mohla být zakládána za účasti cílových, pomocných i melioračních dřevin. Hlavní složkou porostu je hospodářsky hodnotná (cílová) dřevina, která je vysazována do skupin, v nichž je doplňována vhodným sortimentem pomocných a melioračních dřevin, které se podílejí na tvorbě lesní půdy, na podpoře cílových dřevin a vytvářejí dlouhověkovou porostní kostru. (Štýs 1996)

Sortimentní skladba má obrovský vliv na vývoj celého melioračního procesu území. Při plánování druhového spektra lesnické rekultivovaných výsypek je nutno v první řadě brát ohled na plnění stanovených rekultivačních cílů. Důležitá je tedy kategorizace dřevin z hlediska funkčního významu. Převládající funkce jednotlivých druhů může být - meliorační, půdoochranná, půdotvorná, produkční, krajinná, estetická. Výběr dřevin je nutno provádět především po důkladné analýze stanovištních podmínek, hlavně pedologických poměrů, v návaznosti na ekologické nároky jednotlivých druhů dřevin. Vzhledem k heterogenosti výsypkového prostředí (substráty od písčítých až po těžké jíly, sklon a expozice jednotlivých ploch) nelze u rekultivačního sortimentu dřevin nastavit univerzální schéma.

Na podkladě současných poznatků o vývoji odlišných druhů dřevin na výsypkách různého stáří a se zastoupením různorodých nadložních zemin lze uplatňovat tato kvalitativní kritéria jejich stanovištní využitelnosti:

a) Dřeviny vhodné pro stanoviště se zastoupením:

- šedých jílu
- heterogenních nadložních zemin (texturálně převažují zeminy těžší)
- překryvů ze sprašových hlín

- nadložních zemin, jejichž deficitní půdní vlastnosti byly upraveny pomocí melioračních sorbentů (slínů, bentonitických zemin, sprašových hlín) Pro tuto variantu lze použít následujících dřevin: dub letní, dub zimní, lípa srdčitá, jasan ztepilý, javor klen, javor mléč, modřín opadavý, jilm vaz, borovice lesní, borovice černá, habr obecný, dub červený, olše lepkavá, olše šedá, bříza bělokorá, topol osika, topol černý, jeřáb ptačí.

b) Dřeviny vhodné pro stanoviště se zastoupením:

- minerálně deficitních (plošně i velmi omezeně fyto toxických), texturálně spíše lehčích nadložních zemin. Dřeviny vhodné pro tuto variantu: borovice lesní, modřín opadavý, bříza bělokorá, topol osika, dub červený, olše šedá, lípa srdčitá, javor klen, javor babyka, jasan ztepilý. (Čermák a kol., 1999)

Mezi dřeviny s počáteční vysokou ujímavostí na výsypkových substrátech lze považovat například jasan ztepilý. Jeho růstová vitalita je hodnocena jako nízká až střední. Touto dřevinou by měly být zalesňovány především stanoviště s příznivějším vodním režimem. K dřevinám s velmi dobrou růstovou vitalitou patří především lípa srdčitá a dub letní a zimní, navrhovaný podíl těchto dřevin v porostních směsích by měl být vyšší, obdobná kritéria hodnocení růstové vitality lze použít na většině výsypkových zemin i u javoru kleny a mléče, modřínu opadavého, dubu červeného, topolu osiky. Na všech výsypkách se zastoupením nadložních šedých jílu lze využívat k zalesnění zmíněných dřevin, s výjimkou borovice lesní, u které by měly být upřednostňovány stanoviště s výskytem většího podílu skeletu (šterku, písku, porcelanitu). Tato kritéria využitelnosti dřevin se vztahují i na půdní podmínky s výskytem heterogenních nadložních zemin (texturálně těžších). Na zeminách lehčích, minerálně deficitních se uplatňuje především borovice lesní, modřín opadavý, bříza bělokorá, topol osika, vrba jíva, omezeně i dub červený a jasan ztepilý. (Čermák a kol. 1999)

Jedním z nejdůležitějších úkolů lesnických rekultivací je podpora půdotvorného procesu. Z toho vyplývá dostatečné zastoupení melioračních dřevin s vysokým půdotvorným účinkem (přes 50%). Z půdotvorného hlediska mají větší upotřebitelnost listnaté dřeviny, které jsou zároveň odolnější kouřovým exhalacím.

Dimitrovský (1999) rozděluje dřeviny podle půdotvorného účinku do třech skupin. Sestavené pořadí je provedeno na základě intenzifikace půdotvorného procesu, vyjádřeného množstvím opadu asimilační hmoty, tvorbou půdních agregátů v procesu cementace jílové frakce, vertikálním a horizontálním prokořeněním profilů, infiltrací srážkové vody a její kumulací v povrchových a podpovrchových horizontech profilů a v neposlední řadě změnou mikroklimatických podmínek:

- a) dřeviny s velmi aktivním půdotvorným účinkem – olše lepkavá, olše šedá, akát bílý, javor mléč, javor klen, kultivary topolů, habr obecný
- b) dřeviny s aktivním půdotvorným účinkem – lípa srdčitá, jilm horský, topol osika, jilm habrolistý, dub zimní, dub letní, dub červený
- c) dřeviny půdotvorně málo významné – do této skupiny náleží ostatní druhy listnáčů a dřeviny jehličnaté

Čermák a Ondráček 2006 rozdělují dřeviny na hlavní - ty v průběhu celého fyziologického vývoje trvale zabezpečují požadované rekultivační cíle, zpravidla mají největší procentické zastoupení v porostní skladbě dřevin, převážně se jedná o dřeviny autochtonní a dřeviny pomocné, které podporují vývoj dřevin hlavních, přispívají ke zvýšení biodiverzity a stability výsypkových ekosystémů. Jejich zastoupení může být časově omezené.

Mezi dřeviny hlavní lze řadit dub letní a zimní, dub červený, habr obecný, javor klen a mléč, lípa srdčitá, jasan ztepilý, borovice lesní, borovice černá, modřín opadavý.

Dřeviny pomocné (přípravné) jsou olše lepkavá a šedá, bříza bradavičnatá, topol osika, jařáb ptačí, třešeň ptačí dále i širší sortiment keřů pro zaplášťení porostů, úpravu protierozních lavic apod. Jsou to javor babyka, hloh jednosemenný a obecný, líska obecná, krušina olšová, řeštlák počistivý, svída krvavá, ptačí zob obecný, janovec metlatý, hlošina úzkolistá, trnka obecná, kalina obecná, mahalebka, brslen evropský, čimištník obecný, keřovité druhy vrb.

4.2.7 Rekultivační dendrologie

Základním rekultivačním sortimentem ve většině zemí mírného pásma je akát (především USA) bříza, olše, modřín, borovice lesní a další druhy borovic, dub červený.

Charakteristika jednotlivých melioračních dřevin

Olše lepkavá - *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.

Hlavním funkčním posláním olše lepkavé je její půdotvorný význam - především zlepšení fyzikálních a hydropedologických vlastností výsypkových zemin. Olše velmi intenzivně obohacuje povrchové horizonty půdy svým opadem. Díky symbiotickým aktinomycetům z rodu *Frankia*, které jsou schopny poutat vzdušný dusík (Musil, Möllerová 2005). Olše lepkavá je stanovištně nenáročná, lze ji použít na širokém spektru antropozemí.

Rychlým růstem a velmi dobrou vitalitou pozitivně ovlivňuje mikroklimatické podmínky raných stádií výsypek. Uplatní se především na stanovištích s vyšší hladinou podzemní vody – rýhy, zařízlé spádnice výsypek, kde může mít výrazné stabilizační účinky. Je často využívána jako dřevina přípravná.

Charakteristickým rhizologickým znakem na antropozemích výsypek je velmi hustá soustava kratších horizontálních kořenů, které se na koncích ostře ohýbají směrem do hloubky (Čermák 2009).

Dimitrovský (1976) uvádí vhodnost pěstování olše na výsypkových stanovištích ve směsích s jilmem, lípou, javorem mléčem a klenem, jasanem a s různými druhy topolů. V poměru 1:1. Nelze ji použít ve směsi se dřevinami, které jsou v počátečních stádiích málo přirůstavé (dub letní a zimní.)

Olše šedá – *Alnus incana* (L.) Moench

Olše šedá má v rekultivační praxi podobné využití jako olše lepkavá, ceněna je především pro své meliorační vlastnosti. Oproti olši lepkavé má nižší toleranci k stagnující vodě - provzdušněnosti půdy (Úradníček, Maděra 2001). Nízké ekologické nároky a pionýrský charakter růstu, ji předurčují pro použití především jako přípravnou dřevinu ve směsi s hlavními listnatými dřevinami. Na výsypkových substrátech má krátkou životnost.

Jilm habrolistý – *Ulmus minor* Mill., jilm horský – *Ulmus glabra* Hudson, jilm vaz - *Ulmus laevis* Pallas

Jilmy na výsypkových stanovištích mají velice dobrou ujímavost, lépe rostou ve směsi s listnatými dřevinami (lípa, jasan, javor). Jejich meliorační význam je především ve velice dobrém opadu.

Dimitrovský (1976) uvádí, že na výsypková stanoviště je vhodnější jilm horský. Vzhledem k problematickému určování jednotlivých druhů jilmů (ve školkařských provozech se často zaměňují) by vyhodnocení růstu jednotlivých druhů na výsypkových substrátech zasloužilo podrobnější vyhodnocení.

Habr obecný - *Carpinus betulus* L.

Vysoká meliorační schopnost habru spočívá především v kvalitním opadu a bohatém prokořeňování půdního substrátu spojenou s fixací povrchových vrstev výsypkových substrátu. Hustým prokořeněním půdního profilu také výrazně zvyšuje infiltrační schopnosti půdy. Habr má na těchto stanovištích vysokou regenerační schopnost. Ve starších porostech vytváří spodní etáž smíšených porostů nejčastěji v kombinaci s listnatými dřevinami – duby, lípou, javorem babykou. Perspektivní se jeví také v kombinacích s jehličnatými dřevinami (borovice, modřín), kde habr může výrazně přispívat svým kvalitním opadem k tvorbě příznivého humusového horizontu a ve spodním patře zajišťovat čištění hlavních dřevin. Na šedých jílech a zeminách překrytých sprašovými hlínami a slínovci má habr příznivou růstovou vitalitu.

Charakteristickým rhizologickým znakem na antropozemích výsypek je hustá soustava kratších horizontálních kořenů, kterou doplňuje více slabších křivých kořenů. Ve 20-30 letech prokořeňuje na šedých jílech půdní profil do hloubky 0,8-1,0 m o šířce 5,5-7m, (Čermák, Ondráček 2009).

Dub letní – *Quercus robur* L.

Dub letní má zvýšené nároky na obsah minerálních živin a humusu ve výsypkových substrátech. Pro svůj individuální vývoj potřebuje hlavně v počátečních fázích růstu příznivější mikroklimatické podmínky. Hlavní rekultivační význam dubu je především ve schopnosti stabilizace a fixace půdního povrchu a schopnost dlouhodobě plnit hlavní rekultivační cíle. Nezanedbatelná je i relativně dobrá produkční funkce na vybraných typech výsypkových zemin.

Charakteristickým rhizologickým znakem na antropozemích je řídká soustava kratších horizontálních kořenů, kterou doplňuje silný křivý kořen, nebo více postranních křivých kořenů. Odlišná architektura kořenového systému byla zaznamenána u výsypkových substrátů s vysokým obsahem uhlí, kde dřevina vytváří již od počátku kořenový systém srdčitý (Čermák, Ondráček 2009).

Dub zimní – *Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl.

Dub zimní má velmi podobné rekultivační uplatnění jako dub letní. Ve srovnání s dubem letním je tolerantnější k půdám s vyšším obsahem skeletu a menší hloubkou půdního profilu, Snáší kyselější půdní substráty.

Dub červený – *Quercus rubra* L.

Významná nepůvodní rekultivační dřevina. Ve srovnání s našimi domácími druhy má nižší nároky na stanoviště (úživnost půdy), nároky na světlo, rychlejší růst a příznivější opad – humusotvorný význam. Jeho uplatnění lze hledat na extrémních lokalitách, kde ostatní druhy mají problémy s přežíváním např. substráty a vysokou aciditou (výsypka Lítov).

Dub červený je citlivý k vyššímu obsahu vápníku v půdě - zejména u jílu cyprisové a vulkanodetrické série (Dimitrovský 1976).

Na výsypkách vykazuje příznivou růstovou vitalitu na všech typech antropozemí spolu s modřínem opadavým ve věku 30 let předrůstá ostatní rekultivačně významnější taxony. Charakteristickým rhizologickým znakem na antropozemích je hustá soustava kratších horizontálních kořenů, kterou doplňuje více slabších křivých kořínků. Oproti dubu letnímu se vyznačuje vyšší hustotou prokořenění kosterními kořeny a koncovými kořínky pod korunovým zápojem (Čermák, Ondráček 2009).

Javor klen – *Acer pseudoplatanus* L.

Dřevina suťových a roklinových lesů tolerující vyšší obsah skeletu v půdě a s nižšími nároky na světlo. Javor klen patří mezi dřeviny s aktivním půdotvorným účinkem především svým kvalitním a rychle se rozkládajícím opadem. Je výbornou stabilizující dřevinou na svazích výsypek. Patří mezi porostotvorné dřeviny (hlavní etáž).

Na výsypkách vykazuje dobrou růstovou vitalitu pouze na substrátech s příznivějším vodním režimem – antropozemích pelických, antropozemích překrytých (překryv sprašovými hlínami a slínovci), kde ve věku 20-30 let předrůstá i dub letní a lípu srdčitou. Charakter růstu kořenů je agresivnější než u javoru mléče, bezpečně kotví, netrpí vývraty a chrání půdu proti sesuvům a erozi. Charakteristickým rhizologickým znakem na antropozemích je řídká soustava kratších horizontálních kořenů, kterou doplňuje silný kulový kořen, nebo více postranních kulových kořenů (Čermák, Ondráček 2009).

Javor mléč – *Acer platanoides* L.

Javor mléč má obdobné rekultivační vlastnosti jako javor klen.

Na výsypkových stanovištích vykazuje dobrou růstovou vitalitu především na substrátech s příznivějším vodním režimem - antropozemích pelických a překrytých. (Čermák, Ondráček 2009).

Jasan ztepilý – *Fraxinus excelsior* L.

Jasan je dřevinou s velmi dobrými melioračními vlastnostmi. Vysoká počáteční ujímavost a rychlý růst v mládí ho řadí mezi dřeviny, které jsou schopny velmi brzy zabezpečit hlavní požadované funkce s minimálními prostředky na povýsadbovou péči. Na vybraných substrátech s příznivějším vodním režimem je významnou produkční dřevinou.

Snáší vysoce variabilní stanovištní podmínky, dává přednost půdám hlinitým až hlinitopísčitém, ale dobře roste obdobně jako olše lepkavá a vrba bílá na lokalitách přechodně zamokřených (Čermák, Ondráček 2006).

Kořeny této dřeviny velmi účinně protierozně stabilizují povrch půdy, z vodohospodářského hlediska též významná dřevina, která propouští až 90% celoročního úhrnu srážek. Charakteristickým rhizologickým znakem na antropozemích je hustá soustava kratších horizontálních kořenů, kterou doplňuje více většinou slabších kulových kořínků (Čermák, Ondráček 2009).

Lípa srdčitá - *Tilia cordata* Mill.

Dřevina využitelná ve výsadbách na zrnitostně různorodých výsypkových zeminách (šedých jílech, antropozemích překrytých), kde se může uplatňovat jako dřevina hlavní ve směsi s duby, habrem, borovicí a jeřábem. Stín tolerující dřevina s možností využití k dosadbám mezernatých porostů. Lípa dosahuje na výsypkových stanovištích jeden z nejmenších počátečních úhynů. Dimitrovský (1976) udává průměrný 0,8% úhyn na všech testovacích plochách.

Dřevina vytvářející mohutnou kořenovou soustavu odolnou proti vývratům, která účinně zabraňuje sesuvům půdy, využitelná ke zpevňování výsypkových svahů. (Čermák, Ondráček 2006).

Topol osika – *Populus tremula* L.

Osika se jako pionýrská dřevina prosazuje na výsypkových stanovištích přirozeným zmlazením ve fázi primární sukcese. Je nenáročná na stanovištní podmínky a roste na širokém spektru výsypkových zemin. Osika má výborné meliorační vlastnosti především v obohacování půdy humusem, stabilizace povrchových horizontů půdy, kterou zajišťuje jak hustým kořenovým systémem, tak i četnými kořenovými výmladky.

Z důvodu relativní krátkověkosti se osika na výsypkových stanovištích uplatňuje především jako vtroušená dřevina ve směsi s ostatními listnáči. Lze ji využít, podobně jako olši na přípravné porosty.

Topol osika má výborné růstové vlastnosti na výsypkových stanovištích, Dimitrovský (1976) hodnotí vzrůst a vývoj osiky na výsypce Čistá jako velmi dobrý.

Charakteristickým rhizologickým znakem na antropozemích výsypek u dřevin náletových je řídkší soustava delších horizontálních kořenů vyskytující se ve více etážích, kterou doplňují u starších jedinců i kořeny kotevní. Hloubka prokořenění půdního profilu dosahuje 0,8-1,0 m a šířka 14,0 -16,5m (Čermák, Ondráček 2009).

Topol černý – *Populus nigra* L.

Topol černý má užší ekologické spektrum nároků než topol osika, uplatňuje se především na stanovištích s dostatečnou půdní vlhkostí, nevyhovují mu těžké jílovité půdy a trvalé zamokření půdního profilu.

Pokusné pěstování kultivarů topolů (výsypka Větrák, Střimice svahy) ukázalo, že je lze využít pouze jako přípravné dřeviny s životností kolem 30 let. Cenné jsou jako přípravné dřeviny s rychlým nástupem hlavních melioračních funkcí. Na výsypkových stanovištích byly testovány především klony *Populus x berolinensis* (= *P. laurifolia* x *P. nigra* 'Italica' – balzámový a černý topol), 'Serotina' (mohutný prašníkovaný klon), 'Marylandica' (pestíkový klon), 'Regenerata' (pestíkový klon).

Vrba jíva – *Salix caprea* L.

Nenáročný pionýrský druh na výsypkových stanovištích se uplatňuje především z přirozeného zmlazení. Rekultivačně se uplatní jako vtroušená dřevina s velmi dobrým melioračním účinkem půdoochanným a půdotvorným. Na rozdíl od ostatních druhů vrb snáší relativně suchá stanoviště, vyhýbá se místům s přebytkem vody. Na půdní substrát zcela nenáročná, využitelná na všech výsypkových substrátech.

Ostatní druhy se v rekultivacích uplatní hlavně jako vtroušené dřeviny na stanovištích s příznivým vodním režimem. Špiřík (1992) uvádí, že ze zkoušených 16 druhů vrb jsou pro rekultivační účely nejvhodnější *Salix calliantha*, *S. purpurea*, *S. caprea*, *S. cordata*, *S. daphnoides*, *S. acutifolia*, *S. fragilis*, *S. viminalis*, *S. rubra*, *S. dasyclados*.

Borovice lesní – *Pinus sylvestris* L.

Nenáročná pionýrská dřevina, se širokou ekologickou amplitudou. Rekultivační význam borovice lesní spočívá především v stabilizaci a fixaci půdního povrchu. Na výsypkových stanovištích se uplatňuje jako porostotvorná dřevina s potenciálním hospodářským využitím dřevní hmoty. Na extrémních (xerofitních) stanovištích vytváří ve stáří habituelní tvary s vysokou estetickou hodnotou. Borovice má nižší půdotvorné účinky, proto je důležité ji pěstovat ve směsích s listnatými dřevinami s kvalitním opadem.

Na antropozemích výsypek vykazuje dobrou růstovou vitalitu na všech výsypkových substrátech (šedých jílech, porcelanitech, pískách, překryvech slínovců a sprašových hlín). Přizpůsobivost a agresivita kořenového systému je velká a jen málokterá dřevina ji může konkurovat, kořeny vytvářejí ektotrofní mykorrhizu i s endotrofní formou na koncích kořínků. Netrpí vývraty, zpevňuje zeminu proti sesuvům. Charakteristickým rhizologickým znakem na antropozemích je řídkší soustava delších horizontálních kořenů, kterou doplňuje silný kulový kořen, nebo více (2-3) slabších postranních kulových kořínků (Čermák, Ondráček 2009).

Borovice černá - *Pinus nigra* J.F.Arnold

Na antropozemích výsypek vykazuje příznivou růstovou vitalitu na všech výsypkových substrátech (šedých jílech, porcelanitech, písčítých zeminách, překryvech sprašových půd, a

slínovců). Kde je však už od počátku předrůstána v porostní skladbě většinou rekultivačně významnějších dřevin. (Čermák, Ondráček 2009).

Borovice pokroucená - *Pinus contorta* Douglas ex Loudon

Severoamerická borovice za západního pobřeží ekologicky velice podobná borovici lesní. Na výsypkových stanovištích je nejčastěji vysazována *P. c. var. latifolia* z vnitrozemské části areálu. Díky svoji nenáročnosti spolehlivý rekultivační druh na velkém spektru matečných substrátů. Vytváří husté zapojené porosty (je stín tolerantnější v porovnání s borovicí lesní) dobře stabilizující a fixující půdní povrch.

Modřín opadavý - *Larix decidua* Mill.

Pionýrská dřevina vhodná na otevřená stanoviště – silně světlo milný. Na výsypkových stanovištích se šíří samovolně z okolních starších porostů. Rekultivační význam modřínu lze spatřovat především v rychlém zapojení porostu - tedy hlavně ve tvorbě porostního mikroklimatu, protierozní a stabilizační funkce. Dřevina s vysokým produkčním potenciálem na výsypkových stanovištích. Modřín má v porovnání s listnáči méně příznivé půdotvorné účinky, proto se pěstuje ve směsích s melioračními listnatými dřevinami. Dimitrovský (2006) popisuje vhodnost volby listnatých dřevin v jednotlivých variantách míšení (v poměru 1:1) s modřínem:

- modřín - habr obecný,
- modřín - olše šedá,
- modřín - olše lepkavá,
- modřín - jilm horský,
- modřín - lípa srdčitá.

Modřín je významná dřevina s dobrou růstovou vitalitou na všech výsypkových substrátech (šedých jílech, pískách, porcelanitech, sprašových hlínách a slínovcích), kde ve věku 20-30 let spolu s topolem osikou a dubem červeným předrůstá ostatní rekultivačně významnější dřeviny (dřeviny horní etáže). Kořenový systém účinně zpevňuje půdu proti erozi i půdním sesuvům, na koncových kořincích vytváří ektotrofní mykorrhizu. Charakteristickým rhizologickým znakem na antropozemích je řídká soustava delších horizontálních kořenů, kterou dále doplňuje slabší kulový kořen, nebo více slabších postranních kulových kořínků a u starších jedinců i kořeny kotevní (Čermák, Ondráček 2009).

Výzkumy lesnické rekultivace prováděné již od roku 1961 s pěstováním modřínů, zejména jesenického, jednoznačně prokázaly, že tato dřevina je velmi perspektivní i pro tak atypická stanoviště, jakými jsou stanoviště výsypková. Nízká mortalita (12-21%), zdravotní stav a nerušený vývoj založených kultur modřínu na všech sledovaných výsypkách (Antonín, Dvory, Velká Loketská, Velký Riesl) velmi jednoznačně dokumentuje skutečnost, že modřín je velmi perspektivní dřevinou i v oboru lesnické rekultivace výsypkových stanovišť v severozápadních Čechách (Karlovarsko, Ústecko) (Dimitrovský 2006).

Z ověřovaných introdukovaných jehličnanů v arboretu Antonín se jako zvlášť perspektivní i pro účely zalesňování výsypek určených pro obnovu městské a příměstské zeleně (parků) jeví zejména tyto druhy: borovice těžká (*Pinus ponderosa*), smrk pichlavý (*Picea pungens*), smrk omorika (*Picea omorica*), smrk sivý (*Picea glauca*), douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii*), jedle obrovská (*Abies grandis*), jedle ojíňená (*Abies concolor*) Významným zjištěním je skutečnost, že uvedené introdukované dřeviny mají kromě dobrého vzrůstu a stupně ochvojení i značnou toleranci vůči průmyslovým imisím. (Dimitrovský et al. 2008)

Při rekultivaci devastovaných ploch lze úspěšně využít i keřů. Bohatým kořenovým systémem zpevňují půdu, svým opadem urychlují půdotvorný proces, pomáhají rychle vytvářet porostní mikroklima, omezují zaplevelení, tvoří porostní plášť a v neposlední řadě jsou zásobárnou potravy pro zvěř a ptactvo a tvoří pro ně i vhodný úkryt. (Štýs, S., 1996)

Mezi velmi vhodné keře k rekultivačním účelům řadí Dimitrovský (1999) : netvařec křovitý (*Amorpha fruticosa*), čimíšník stromový (*Caragana arborescens*), svídu krvavou (*Cornus sanguinea*), hloh obecný (*Crataegus laevigata*) hloh pýřitolistý (*Crataegus submollis*), hlošinu úzkolistou (*Elaeagnus angustifolia*), hlošinu širokolistou (*Elaeagnus comutata*), zlatici nazelenalou (*Forsythia viridissima*), L), rakytník úzkolistý (*Hippophae rhamnoides*), zimolez tatarský (*Lonicera tatarica*), střemchu hroznovitou (*Prunus padus*), vrbu košíkářskou (*Salix viminalis*), bez černý (*Sambucus nigra*), tušalaj obecný (*Viburnum lantana*).

4.2.8 Tvorba porostních směsí a plošné uspořádání dřevin

Volba vhodných směsí při zakládání kultur smíšených, tj. jehličnato-listnatých, je problémem mnohem složitějším, než volba vhodných směsí u dřevin listnatých. Pro pěstování jehličnatých dřevin domácí a introdukované proveniencie na výsypkových stanovištích systémem jednotlivě smíšených (střídání jehličnanů a listnáčů v řádcích) je třeba, aby listnatá dřevina vykazovala přibližně stejnou vitalitu růstu jako dřevina jehličnatá, nebo vitalitu růstu menší. Z celé řady ověřovaných listnáčů pro zakládání smíšených listnato-jehličnatých kultur se jako univerzální dřeviny uplatnily: lípa srdčitá, habr obecný, dub letní a zimní. Při zakládání porostů smíšených listnato-jehličnatých skupinovým systémem lze použít téměř všechny listnáče vhodné pro zdejší výsypková stanoviště (olše lepkavá, olše šedá, lípa srdčitá, javor klen, javor mléč, habr obecný, jilm horský, jilm vaz, třešeň ptačí a další). Biometrická šetření ukazují na to, že drtivá část testovaných jehličnatých a listnatých dřevin při zachování standardních pěstebních zásad má zcela normální vzrůst a vývoj. Při skupinovém zakládání listnato-jehličnatých kultur se na vzrůstu jehličnanů velmi, a to přímo zákonitě, projevuje velikost volby skupin. Nerušený vzrůst a vývoj, bez rozdílu volby jehličnaté dřeviny, vykazují kultury zakladané především v malých skupinách i rozdílných geometrických tvarů (Dimitrovský et al. 2008).

a) nesmíšené (stejnorodé) porosty

Stejnorodé porosty se zakládají na stanovištích, kde z důvodu například výskytu zemin s nevhodnými půdními vlastnostmi je možné při výsadbě použít pouze jednu dřevinu (vzniká monokultura). V úvahu přicházejí na výsypkách pouze topolové a olšové kultury, kde se počítá s pozdějšími podsadbami cílových dřevin. Tento postup je však možné využít i na místech, kde se v okolí nacházejí nepoškozené lesní porosty a kde lze počítat s pozdějším přirozeným náletem dřevin lesnický významnějších.

b) smíšené (nestejnorodé) porosty

Na výsypkách v regionu budou převažovat smíšené porosty. Smíšení dřevin může být jednotlivé, řadové i skupinové. Volba je závislá na pedologických vlastnostech zemin. V porostních směsích je vhodné využívat 20-30% podílu jehličnatých a 70-80% podílu listnatých dřevin. (Čermák, P. a kol. 1999)

Skupinu tvoří většinou jedna dřevina hlavní, pomocných může být i několik. Z důvodu omezení náročnosti provádění pěstebních prací se uplatňuje zásada, že při mísení dřevin ve skupině se využívají především druhy s obdobnou počáteční růstovou vitalitou. Za vhodnou výměru skupiny lze považovat 0,2 - 0,6 ha, ta se přizpůsobuje zejména velikosti zalesňovaného území, morfologii terénu, pedologickým a hydro-pedologickým podmínkám zalesňovaného stanoviště.

Výsypková zemina	Dřevina	Dřeviny vhodné pro smíšení ve skupinách	Vhodné zastoupení dřevin v porostních směsích v %
šedé jíly (IK, KI, KMI) směsné výsypkové zeminy (texturálně těžké) sprašové překryvy a ostatní zeminy kvartérního původu (svahové hlíny, hnědé lesní půdy apod.)	dub letní –dub zimní	x	více jak 20
	lípa srdčitá	x	více jak 20
	jasan ztepilý	+	více jak 10
	javor klen, mléč	+	více jak 10
	habr obecný	x	do 10
	olše šedá	+	více jak 10
	olše lepkavá	+	více jak 10
	topol osika		do 1
	topol černý		do 1
	bříza bělokorá	+	do 5
	jilm vaz	x	do 5
	jeřáb ptačí	x	do 10
	dub červený	+	do 10
	borovice lesní	x	více jak 10
	borovice černá	x	do 5
modřín opadavý	+	do 10	
směsné výsypkové zeminy minerálně deficitní – texturálně lehké	lípa srdčitá	x	do 10
	jasan ztepilý	x	do 10
	javor klen, javor babyka	x	do 10
	olše šedá	+	více jak 20
	topol osika		do 5
	dub červený	x	do 10
	bříza bělokorá	+	více jak 20
	borovice lesní	+	více jak 20
	borovice pokroucená	+	do 10
modřín opadavý	+	více jak 10	
šedé jíly kaolinitické	topol osika		více jak 10
	topol černý		do 10
	olše šedá	+	více jak 30
	olše lepkavá	+	více jak 30
	modřín opadavý	+	do 5
	jeřáb ptačí	+	do 5
LEGENDA		dřevina hlavní ve skupině	
	x; +	shodná růstová vitalita dřevin	

Tab č.1. Dřeviny vhodné pro smíšení ve skupinách a jejich zastoupení v porostní skladbě s ohledem na rozdílné půdní podmínky (Čermák, P. a kol. 1999)

Jednotlivý způsob smíšení dřevin

Dřevina pomocná (s vyšším melioračním účinkem) se střídá v řadě s dřevinou hlavní. Tento způsob umožňuje řadu kombinací a používá se též při doplňování náletu nebo při opožděném vylepšování pomaleji rostoucích dřevin dřevinami s vitálnějším růstem (modřínem, olší, osikou). Jednotlivý způsob smíšení má řadu nevýhod, porostní výchova je složitá a pracná, udržení žádoucího zastoupení dřevin v porostu je velmi obtížné.

Řadový způsob smíšení dřevin

Řada nebo několik řad jedné dřeviny se střídá s řadou nebo několika řadami jiné dřeviny. Umístění, počet a střídání řad jednotlivých dřevin se volí s ohledem na jejich funkci a význam, který plní v zakládaném porostu. Kontrola a evidence v dosadbě stejných dřevin do porostní skladby je oproti předchozímu způsobu jednodušší.

Skupinový způsob smíšení dřevin

Je prováděn tak, že stejný druh dřeviny vytváří skupiny, skupinky nebo hloučky různých geometrických tvarů. Velikost skupin bude závislá na hospodářském významu dřeviny, na jejím navrhovaném % zastoupení v porostní skladbě, velikosti zalesňované plochy, požadavku na dosažení druhové rozmanitosti a ekologické stability zakládaného porostu. Skupinové smíšení je vhodné pro listnáče s nízkou vitalitou vzrůstu. Velikost ploch se pohybuje od 0,05 ha (vhodné např. pro borovici, modřín) až po 0,25ha. Způsob je to vhodný zejména v případech, kdy dochází ke smíšení dřevin s odlišnou růstovou vitalitou, nebo v případě požadavku na zvýraznění krajnotvorného účinku jehličnanů v porostní skladbě. Tento způsob také umožňuje sjednotit biologické požadavky dřevin na mikroklima stanoviště a optimalizuje využití technických prostředků při pěstebních pracech. (Čermák, Kohel, Dederá 2002)

4.2.9 Hustota kultur, počty sazenic a spon

Vysazený počet jedinců má vytvářet podmínky pro zvyšování a zkvalitňování dřevní hmoty, odolnosti proti biotickým a abiotickým činitelům a plnění ostatních požadovaných mimoprodukčních funkcí lesa. V počátečním stádiu vývoje musí být kultura dostatečně hustá tak, aby byly vytvořeny vhodné podmínky pro přirozený výběr kvalitnějších jedinců. Kultury mají být zakládány tak husté, aby se v co nejkratším čase mohly zapojit a aby se neplýtvalo sazenicemi. Z hlediska biologického je žádoucí, aby spon umožňoval stejnoměrný vývoj sazenic. Tomu nejlépe vyhovuje z pravidelných spon spon **čtvercový**, který poskytuje každé sazenici stejný prostor, používá se též spon **trojúhelníkový** a **obdélníkový**. Spon má značný vliv na počáteční vývoj kultur, výchovou již jeho význam zaniká. Pravidelný spon usnadňuje organizaci práce, kontrolu zalesňovacích a pěstebních prací. Při rozhodování o počtu vysazovaných sazenic a o sponech je nezbytné zohlednit jak kritéria biologická, technická, tak i ekonomická. Na výsypkách se bude nejčastěji uplatňovat spon 1 x 1 m až 1 x 1,5 m, v případě lesů příměstských a zvýšenou rekreační funkcí i spon 1 x 2 m (při použití odrostků i větší). (Čermák, P. a kol. 1999)

Užší spon sazenic zaručuje lepší zakrytí půdy a vytvoření nutného mikroklimatu. Dále v takovém porostu lépe dochází k přirozené selekci kvalitnějších jedinců. Intenzivněji se vytváří organická půdní složka (humus). Celkově dochází k vyšší produkci biomasy na stanovišti. A takto založená kultura dává do budoucna lepší prostor pro pěstební zásahy. (Dimitrovský, Vesecský 1989)

4.2.10 Pěstební zásahy a výchova lesních porostů

Vesměs na všech antropogenních stanovištích patří otázky pěstebních zásahů a výchovy lesních porostů v současné době k nejmladším článkům rekultivační problematiky. Optimální využití všech progresivních způsobů výchovy lesních porostů na antropogenních stanovištích je v současné době v etapě rozpracovatelnosti.

Zakládání a výchova smíšených porostů v hloučcích nebo skupinách je na základě dosažených výsledků nejhodnější. Jeho přednosti se projevují především v těchto pěstebních ukazatelích:

- odpadávají práce spojené s uvolňováním jehličnanů od zástinu listnatých dřevin po dobu jednoho decenia
- skupiny listnatých dřevin vytvářejí velmi dobrou okrajovou ochranu, zlepšují vlhkostní a mikroklimatické podmínky
- skupiny jehličnanů (borovice, modřín, smrk, douglaska) s okrajovou ochranou listnáčů mají rovnoměrný přírůst. (Dimitrovský 1999)

4.2.11 Ochrana lesních kultur

Současné metody ochrany lesních kultur na devastovaných půdních substrátech se příliš neliší od tradičních způsobů ochrany kultur v lesnické praxi. Nároky na ochranu kultur proti okusům srstnatou zvěří, především zajícem a zvěří srnčí, jsou do určité míry podmíněny volbou druhů dřevin a keřů. Většinou se k ochraně používají chemické přípravky – repelenty, jejichž účinnost je velmi variabilní. Vzhledem k velmi pestré druhové skladbě jsou zakládáné porosty na antropogenních půdních substrátech na ochranu proti okusu mnohem náročnější. Doba ochrany je rovněž závislá na trofnosti stanoviště, tedy na přirůstavosti založených kultur. Přírůst dřevin vyžadujících aktivní ochranu (jilm, lípa, javor, habr, borovice černá aj.) je podstatně ovlivňován způsobem založení porostu a volbou míšení. (Dimitrovský 2001)

4.3 Růst a vývoj dřevin na výsypkových stanovištích

Hodnocení růstu a vývoje dřevin na výsypkách lze provést pouze v omezeném časovém úseku. Ani u nejstarších založených porostů neproběhl celý životní cyklus – nedospěly do senescentního stádia. Přesto lze vysledovat úspěšnost přežívání jednotlivých dřevin a některé trendy jejich vývoje a vyvodit z nich závěry pro rekultivační praxi.

Antropogenní substráty představují pro rostliny velmi specifické podmínky prostředí především půdní a mikroklimatické. Sledování samotného přírodního procesu – sukcese nám může napomoci pochopit složité vztahy mezi půdním prostředím, klimatem a vývojem vegetace. Model primárního sukcesního vývoje výsypkové vegetace popisuje Prach (1987) ze třicetiletého sledování čtyřech výsypkových ploch J od Litvínova a J od Albrechtic. Zjistil, že jednoleté druhy převažují v prvních pěti letech, dvouleté mají své maximum v asi v osmém roce, kdežto víceleté byliny, které v prvních třech až čtyřech letech rostou jen na nejpříhodnějších místech a s velmi malou pokryvností, začínají převažovat až po deseti letech sukcese. Dřeviny mají ve srovnání s bylinami v prvních letech ztíženou pozici, začínají se více prosazovat asi od desátého roku, kdy jim však již silně konkurují některé rozrostlé byliny. Naprosto nejrychleji osídluje výsypky bez černý, jehož optimum probíhá asi v 15-20 letech sukcese. Teprve později se více uplatňuje bříza bělokorá, ostružiníky, eventuálně jiné druhy, například javor klen či jasan ztepilý. Podíl dřevin na vegetaci však ani potom nepřesáhne 10%, přičemž jejich druhová skladba je velmi proměnlivá. V extrémnějších podmínkách je vůbec uplatnění dřevin v sukcesi oddáleno nebo i omezeno, což platí jak pro primární, tak sekundární sukcesi (Prach, Pyšek 1998). Největší druhová diverzita nastává mezi 10. a 15. rokem, přičemž kolem 15. roku mají rostliny prakticky 100% pokryvnost.

Z bylin postupně převládnu vytrvalé širokolisté druhy trav - třtina křovištní a ovsík vyvýšený a v dalším období se pak situace podstatně nemění. Asi po 30 letech vznikne relativně stálé rostlinné společenstvo, které Whittaker (1974) označuje jako subklimax. Vývoj pak vede zřejmě ke vzniku listnatého lesa, v němž třtina křovištní jako světlomilný druh postupně vymizí. Předpokládáme, že během dlouhého období nejméně mnoha desítek let by na nerekulitovaných starých výsypkách rostly nejspíše smíšené doubravy, které v těchto polohách byly kdysi převládající formací (Zelený 1999).

Z uvedeného průběhu spontánní sukcese je patrný dlouhodobý horizont zabezpečení primárních rekultivačních funkcí, který je v dnešním rozsahu devastovaných ploch těžbou celospolečensky neakceptovatelný.

4.3.1 Počáteční růst dřevin

Průběh počátečního vývoje jednotlivých druhů dřevin můžeme sledovat na rozsáhlém srovnávacím pokusu na výsypce Březno IX. Závěrečná zpráva projektu „Sledování vývoje a stavu kultur lesnické rekultivace Březno IX.“ (Dimitrovský, Nechanický 2004) popisuje komplexní srovnávací pokus jednotlivých druhů dřevin. Hlavním cílem sledování byla nejen prosperita jednotlivých druhů, ale i vliv různých pěstebních opatření, kvality sadebního materiálu aj. Pokus byl založen na rekultivované výsypce Březno IX s dvouletým přípravným agrocyklem. Výsypkový substrát je tvořen heterogenní směsí žlutých a šedých jílu. Druhovú skladbu testovaných dřevin odpovídá nejčastěji používaným autochtonním dřevinám v rekultivační praxi. Dřeviny byly na zkusné ploše vysázeny ve sponu 1x1 v 50m řadách. Chování vybraných druhů bylo sledováno a vyhodnocováno v průběhu 5-ti let. Výsledky byly porovnávány s trendy vývoje růstu dřevin na ostatních sledovaných plochách.

Úhyn byl sledován u komplexního souboru dřevin (200 ks od každého druhu). Tabulka č 2. ukazuje celkovou mortalitu sazenic jednotlivých dřevin za 5-leté období. Hodnota úhynu ($ú_n$) byla pro jednotlivá vegetační období stanovena jako $ú_n = n_n/n_0$, kde n_n je počet prosperujících jedinců v daném vegetačním období a n_0 je základní vstupní počet jedinců při založení pokusu.

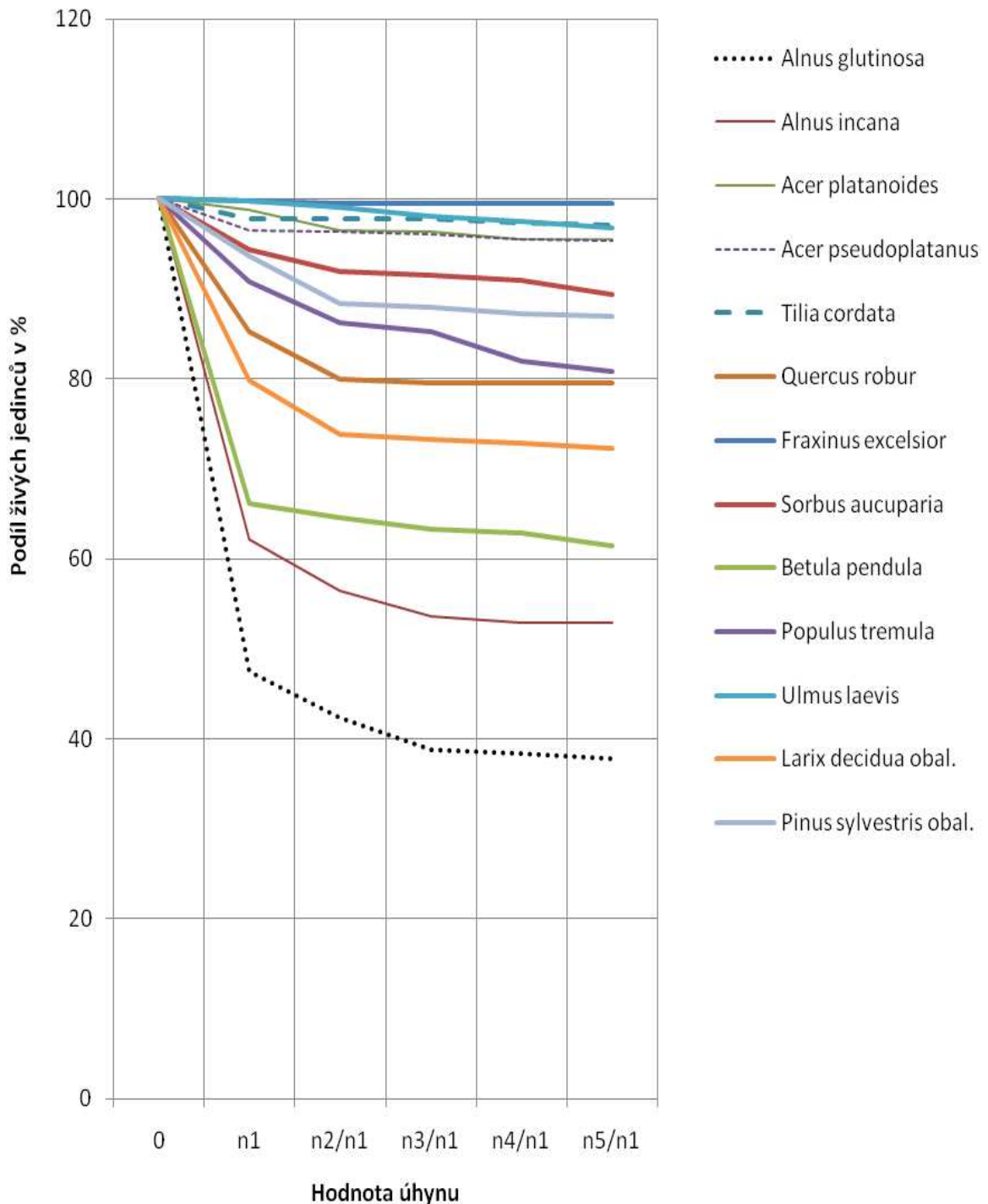
Dřevina	Hodnota úhynu $ú_s$ (%)	Stav prosperujících sazenic na 1 ha při počtu vysazovaných sazenic 10 000 ks/ha (v ks)
<i>Acer platanoides</i>	4,5%	9550
<i>Acer pseudoplatanus</i>	4,7%	9530
<i>Alnus glutinosa</i>	62,2%	3780
<i>Alnus incana</i>	52,9%	5560
<i>Betula pendula</i>	38,5%	6150
<i>Fraxinus exelsior</i>	0,5%	9950
<i>Larix decidua</i> obal.	27,7%	7230
<i>Pinus sylvestris</i> obal.	13,1%	8690
<i>Populus tremula</i>	19,2%	8080
<i>Quercus robur</i>	20,5%	9250
<i>Sorbus aucuparia</i>	14,3%	8930
<i>Tilia cordata</i>	3,0%	9700
<i>Ulmus laevis</i> obal.	3,2%	9680

Tabulka č. 2. Úhyn dřevin v 5-ti vegetačních obdobích

Největší procento úhynu bylo zaznamenáno u obou druhů olší, které vytvořily mezernaté kultury. Nízkou mortalitu vykazovaly plochy s javorem klenem a javorem mlčcem, lípou srdčitou a jilmem vazem. Nejnižší mortalita byla zaznamenána u jasanu.

Z grafu (obr. č 4.) je patrné celkové rozložení přežívajících jedinců v průběhu 5-ti vegetačních období. Největší procento úhynů, bylo zaznamenáno první rok po výsadbě. Výrazné snížení četnosti úhynů dřevin nastává u všech sledovaných druhů mezi 2. a 3. vegetačním obdobím. V tomto období dřeviny zahajují intenzivní výškový přírůst (obr. č 5.) Meziroční pokles počtu živých dřevin je po tomto období ve výši 1-3 %-ních bodů. Úhyn

v pozdějším období je vesměs nahodilý a v rámci nahodilosti pravidelně plošně rozdělený. Půdní podmínky se podílejí na selekci výsadeb (formou úhynu) v 1. až 3. vegetačním období. V dalších letech se na úhynu podílí především apoplexie (mrtvice) u listnatých dřevin (JV, OS) a především houbové patogeny u jehličnanů.



Obr.č. 4. Průběh hodnot podílu prosperujících jedinců z celkového počtu vysázených sazenic v období 1999-2004 na výsypce Březno IX (Dimitrovský, Nechanický 2004).

K vyhodnocení růstové vitality byly jako základní hodnoty použity výšky sazenic po pátém vegetačním období (V_5). Jednotlivé dřeviny lze podle intenzity růstu zařadit do třech kategorií (pořadí jmenovaných názvů dřevin odpovídá pořadí dosažené průměrné výšky):

- **dřeviny se silným progresivním růstem:**

Alnus incana, Populus tremula, Betula pendula, Larix decidua

- **dřeviny se středním růstem:**

Ulmus laevis, Alnus glutinosa, Pinus sylvestris, Sorbus aucuparia, Acer platanoides, Acer pseudoplatanus, Fraxinus exelsior

- **dřeviny se slabým růstem:**

Tilia cordata, Quercus robur

Z uvedeného přehledu je zcela patrné, že nejprogresivnější výškový přírůst mají pionýrské dřeviny. Velmi podobně vyjde seřazení relativního výškového růstu po vyloučení vlivu nestejně počáteční výšky sazenic.

Srovnávané údaje absolutní výšky však zcela nevystihují celkovou prosperitu sazenic na stanovišti. Největší přírůst vykazuje olše šedá, která má zároveň druhý největší úhyn. Proto byla pro odpovídající srovnání zavedena tzv. redukovaná výška – hodnoty absolutních výšek se zredukuje mortalitou sazenic. Hodnota redukované výšky vyjadřuje kumulovanou informaci o energii růstu jedince a jeho mortalitě na daném stanovišti. Výsledné pořadí dřevin v jednotlivých kategoriích se nám pozmění (pořadí jmenovaných názvů dřevin odpovídá pořadí dosažené redukované výšky):

- **dřeviny se silným redukovaným progresivním růstem:**

Populus tremula, Ulmus laevis, Larix decidua

- **dřeviny se středním redukovaným růstem:**

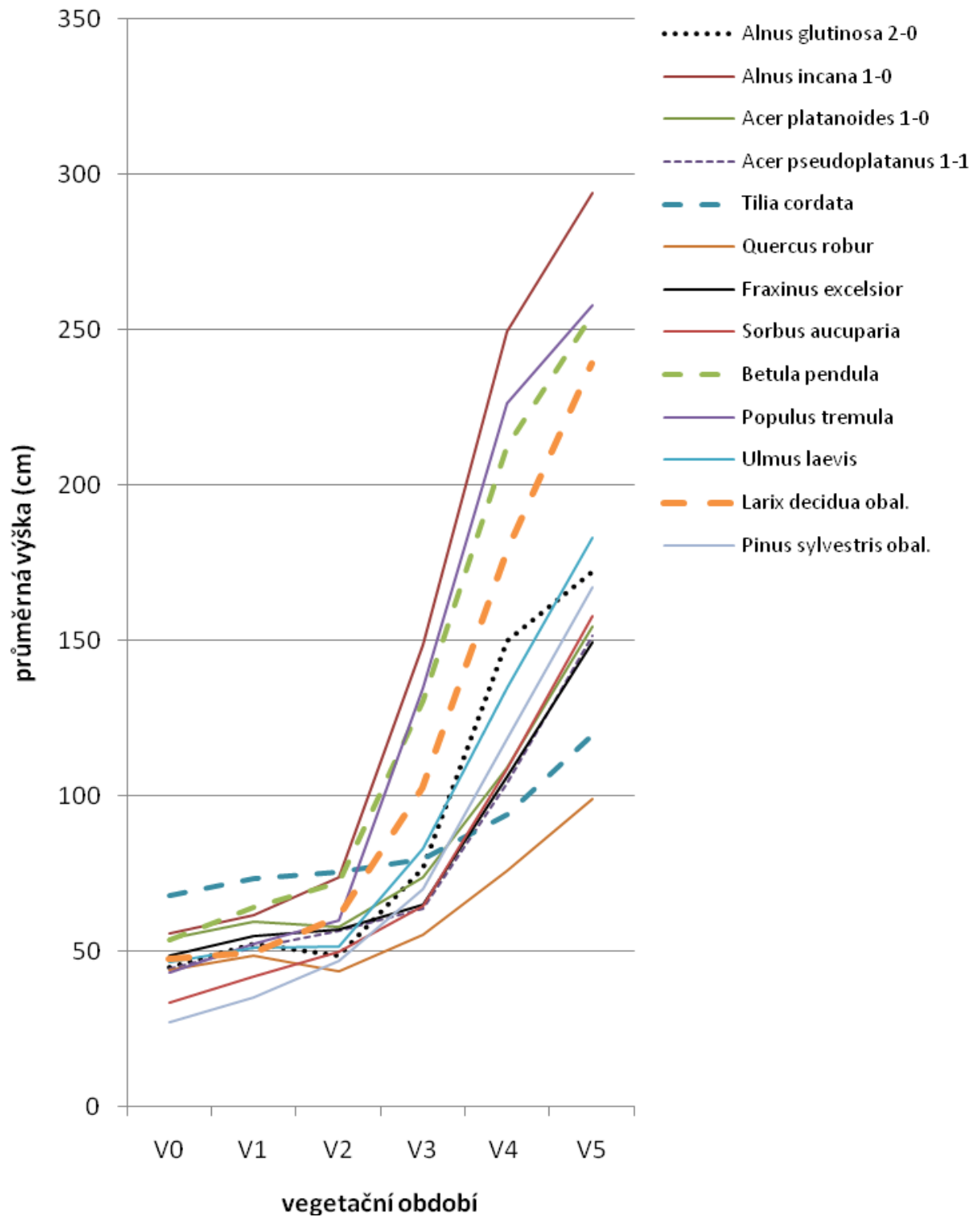
Betula pendula, Alnus incana, Fraxinus exelsior, Acer platanoides, Pinus sylvestris, Acer pseudoplatanus, Sorbus aucuparia

- **dřeviny se slabým redukovaným růstem:**

Tilia cordata, Quercus robur, Alnus glutinosa

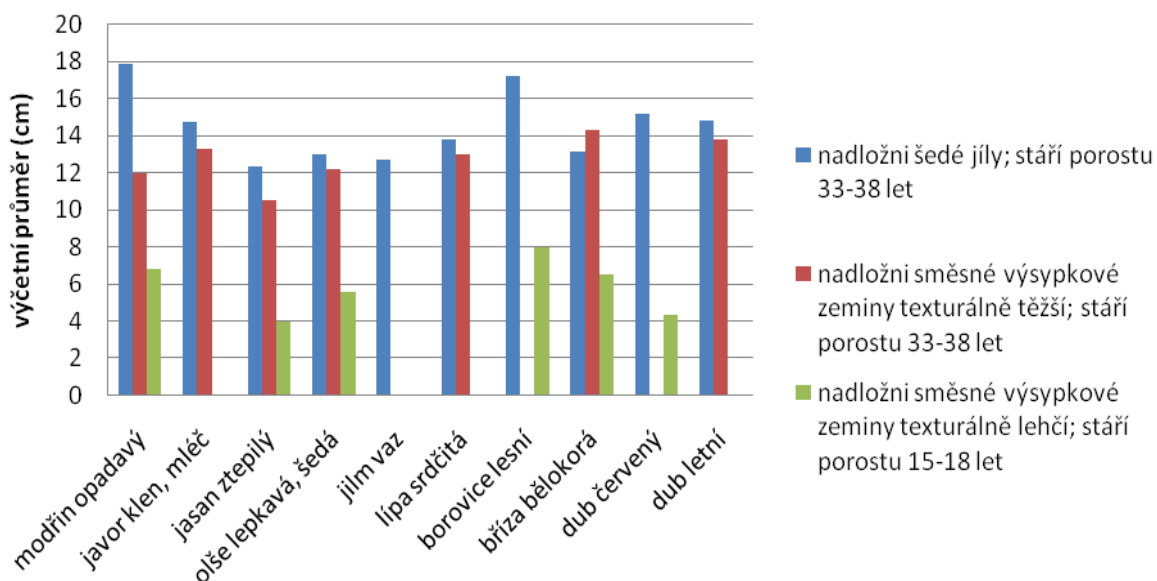
Největší změna byla v redukované výšce byla zaznamenána u obou druhů olší z důvodu vysoké počáteční mortality.

Z grafu (obr. č. 5.) je vidět dynamika výškového růstu sledovaných dřevin v průběhu všech vegetačních období.



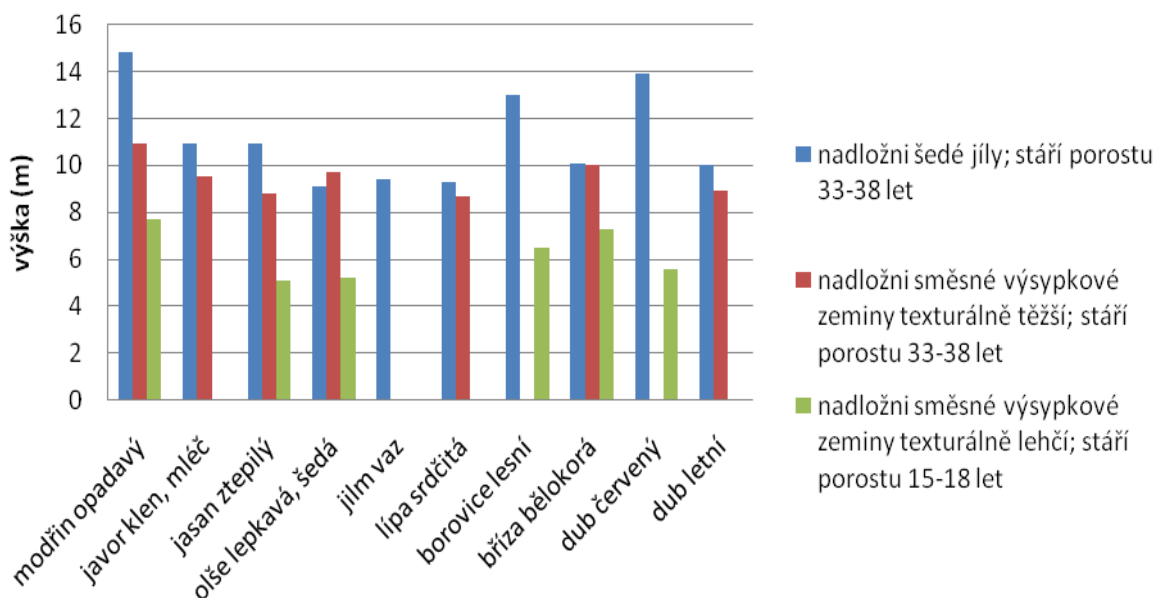
Obr. č. 5. Dynamika výškového růstu sazenic v období 1999-2004 výsypce Březno IX (Dimitrovský, Nechanický 2004)

Průměrná výčetní tloušťka dřevin



Obr. č. 6. Průměrná výčetní tloušťka jednotlivých druhů na hlavních typech výsypkových substrátů (Čermák, Kohel, Dederá 2002).

Průměrná výška dřevin



Obr. č. 7. Průměrná výčetní tloušťka jednotlivých druhů na hlavních typech výsypkových substrátů (Čermák, Kohel, Dederá 2002).

4.3.2 Fáze intenzivního přírůstu

Další průběh vývoje průměrných taxačních veličin jednotlivých druhů v návaznosti na hlavní typy výsypkových stanovišť uvádí Čermák, Kohel, Dederá (2002). Z uvedeného přehledu růstu hlavních rekultivačních druhů vidíme rozdílnou dynamiku tloušťkového a výškového přírůstu dřevin a jejich rozdílnou prosperitu na jednotlivých stanovištích.

Z uvedeného přehledu (obr č. 6. a 7.) je možno vysledovat prostřednictvím hlavních taxačních veličin jak jednotlivé druhy v počátečních fázích rekultivačního cyklu reagují na odlišné složení výsypkových substrátů. Je zřejmé, že na šedých jílech jak tloušťkově tak i výškově dominují jehličnaté dřeviny - modřín a borovice lesní, z listnatých dřevin se jim výškově vyrovnává dub červený. Na směsných výsypkových, texturálně těžších substrátech mají největší tloušťkový přírůst dřeviny listnaté – bříza, dub letní, javor klen a lípa srdčitá, výškově se jim vyrovná modřín. Na směsných výsypkových zeminách texturálně lehčích dominují opět jehličnaté dřeviny – modřín a borovice lesní, z listnatých dřevin se jim výškově i tloušťkově vyrovnává bříza.

4.3.3 Plodnost, přirozené zmlazení, naturalizace

Vyhodnocování úspěšnosti jednotlivých druhů dřevin na výsypkových stanovištích měřením velikosti růstu je pouze okamžitým zhodnocením jeho aktuální prosperity. V absolutních číslech (výšky, průměr kmene) nejsou zahrnuty faktory růstové strategie jednotlivých dřevin. Například pionýrské druhy mají v počátcích významně rychlejší růst oproti dřevinám, které nastupují v sukcesně zralejších stádiích ekosystémů. Jejich intenzivní růst může přijít ve fázi, kdy pionýrské druhy mají na výsypkových stanovištích ukončenou kulminaci přírůstu.

Určitým ukazatelem prosperity jednotlivých druhů dřevin mohou být také ontogenetické projevy – nástup dospělosti projevující se nástupem fáze kvetení a plodností, nebo projevy strategie šíření druhů na stanovišti - výskyt přirozeného zmlazení a případná naturalizace druhu.

Dimitrovský (2008) popisuje ranou plodnost u dřevin na výsypkových stanovištích - u modřínu mezi 10-15, u javoru mléče mezi 20-30 rokem.

Předčasná fruktifikace ovšem může být vyvolána minerálním složením výsypkových substrátů nebo může být projevem jejich zkrácené životnosti vlivem nepříznivých podmínek. Při hodnocení je také důležité sledovat klíčivost semen. Při vyšší klíčivosti lze předpokládat, že druh je na daném stanovišti natolik úspěšný, že je schopen další reprodukce.

Nejvyšším stupněm vývojové úspěšnosti druhů je výskyt přirozeného zmlazení vedoucí k naturalizaci druhu (úspěšnému vývoji druhého pokolení). Výskyt a četnost přirozeného zmlazení závisí nejen na úspěšnosti druhu, ale i na vývojovém stádiu porostu v souvislosti s faktory životní strategie jednotlivých druhů (pionýrské dřeviny ve stinném porostním prostředí nejsou schopny konkurovat podrostně se vyvíjejícím druhům, přesto jsou schopny se přirozeně zmlazovat).

Dimitrovský, Kunt (2007) udávají *stupně přirozené obnovy* (nízký, střední, vysoký).

- vysoký stupeň vykazují douglaska tisolistá, modřín sibiřský, modřín jesenický, modřín dahurský, javor mléč, javor klen, habr obecný
- střední stupeň má modřín opadavý, třešeň ptačí, olše lepkavá, borovice murrayova, smrk ztepilý
- nízký stupeň borovice lesní, borovice pokroucená, olše šedá, topol osika, jasan ztepilý.

4.3.4 Zdravotní stav a vitalita

Prosperita jednotlivých druhů se musí posuzovat rovněž v souvislosti se zhoršeným zdravotním stavem nebo sníženou fyziologickou vitalitou.

Na zdravotní kondici dřeviny mohou působit vysoké koncentrace některých prvků a ovlivnit tak fyziologické procesy probíhající v jejich orgánech. Fytotoxické až fytopatologické

projevy mohou vyvolat vysoké obsahy síry. Přebytek síry působí toxicky zvláště na jehličnaté dřeviny, u kterých způsobuje inhibici enzymů. Fyziologická poškození se mohou projevit nejnápadněji projevit poruchami růstu – ztráty přírůstu, zakrslým růstem, redukcí asimilačních orgánů. V půdním prostředí se vyskytují deformace kořenového systému. Ukazatelem nedostatku základních živin či stopových prvků, nebo naopak nadbytku některého prvku v půdě je výskyt karencních jevů a chlorózy.

4.3.5 Listové analýzy

Chemické složení půdy může růst dřevin ovlivnit pouze do určité míry. Při srovnávacích pokusech nebyl u některých dřevin prokázán zcela odpovídající korelační vztah mezi obsahem biogenních prvků a růstem dřevin.

Schopnost dřevin získávat z půdního substrátu minerální látky je závislá na celé řadě faktorů:

- geologicko, petrografické složení nadložních zemin
- primární struktury a textury půdního substrátu
- stupni desagregace – způsobený chemickým, fyzikálním a biologickým zvětráváním v procesu rekultivace
- mikrobiologickou aktivitou substrátu
- mikroklimatickými podmínkami stanoviště.

Pro poznání složitých vztahů v příjmu dřevinou se přistoupilo k analýzám obsahu biogenních prvků v asimilačních orgánech. Základem tohoto metodického postupu je stanovení vztahu mezi výživou dřeviny listnaté nebo jehličnaté určitým prvkem (Ca, Mg, K, P, Al, Fe, S apod.) a jeho koncentrací v asimilačních orgánech. Koncentrace určité živiny v listech nebo jehličích se na základě mnoha provedených analýz pohybuje v poměrně úzkých mezích, porovnáme-li je např. s rozpětím koncentrací, které je možno stanovit ve výsypkovém prokořeněném profilu. Na základě celé řady listových analýz je možné ve vztahu mezi koncentrací živiny v asimilačních orgánech a vzrůstem dřeviny pozorovat určité fáze:

- Nejprve je to množství živin, při kterém je vzrůst pěstovaných dřevin na výsypkách silně omezen, dřeviny krní. Tato vývojová fáze je charakteristická u „čerstvých“ výsypkových substrátů, tj. těsně po provedení technických úprav a jejich zalesnění. Tento typ výsypkových substrátů prakticky vykazuje nejnižší stupeň desagregace a tím i nepatrné množství uvolnitelných živin pro potřebu růstu a vývoje dřevin.

S postupující desagregací se zlepšuje výživa daným chemickým prvkem a tím i vzrůst dřevin.

- V druhé fázi se zlepšující se výživou stoupá poměrně rychle jak koncentrace živin ve výsypkovém substrátu, v asimilačních orgánech, tak i výškový růst dřeviny.

Jsou-li známé koncentrace živin v asimilačních orgánech, které odpovídají jednotlivým fázím, pak velmi snadno můžeme posoudit i stav výživy dřeviny a z toho odvodit i případný návrh na vhodně hnojení. (Dimitrovský, Kunt 2007)

Při obecně známých principech příjmu iontu, kdy některé kombinace iontů mohou působit antagonisticky (jeden iont brzdí průnik iontu jiného) nebo synergisticky (dva souběžně působící prvky mohou vyvolat daleko silnější efekt než by byl případný součet jejich jednotlivých účinků), může být interpretace vztahů mezi obsahem prvků v půdním prostředí a růstem dřevin problematická. Růst dřevin tedy není závislý pouze na hodnotě obsahu prvků, ale především na jejich vzájemném poměru.

Při velmi nízké a nízké koncentraci především dusíkaté výživy mohou být koncentrace Mg, K, P a popřípadě i dalších hlavních živin v asimilačních orgánech tak vysoké, že naznačují téměř optimální stav výživy dřevin těmito prvky. Při zvýšení dusíkaté výživy na klasifikační rozměr střední, vysoký až velmi vysoký se může ukázat, že pro nerušený vzrůst není ani výše uvedených živin dostatečná a tyto živiny se mohou stát výrazně negativními faktory zabraňujícími růstu. Stejně tak jako koncentrace živin ve výsypkovém půdním prostředí je

koncentrace živin v asimilačních orgánech závislá i na ostatních podmínkách vnějšího prostředí, především na převýšení výsypky, vodním režimu stanoviště, teplotě apod.

Podle vzhledu asimilačních orgánů je možno rovněž posuzovat stav a vybavenost dřevin potřebnými živinami. Např. při jakémkoli výrazném nedostatku některé živiny obvykle pozorujeme určité karenční projevy (snižování přírůstu, zmenšování velikosti a četnosti asimilačních orgánů, jejich barevné odstíny atd.). Je třeba ještě poznamenat, že karence dřevin může být způsobena rovněž mrazem, suchem, nerovnoměrným vodním režimem a v mnoha případech i imisním zatížením daného stanoviště. Morfogenní vlastnosti asimilačních orgánů (četnost, velikost, zbarvení) je nutno vždy podrobně srovnávat v systému půda - výživa - dřevina.

Možnosti zjišťování nedostatku výživy v lesních porostech na výsypkách tj. v provozních podmínkách jsou velmi omezené. Jen v ojedinělých případech můžeme zjistit, jsou-li poruchy fyziologického výzkumu, ať růstové, nebo ve vybarvení asimilačních orgánů, zřetelné.

Žloutnutí špiček jehličí a jejich postupné hnědnutí je většinou příznakem nedostatku Mg a K. Nedostatek N se zásadně projevuje žloutnutím celých jehlic nebo listů. Spolehlivost výše uvedených odpozorovatelných změn asimilačních orgánů byla vždy srovnávána také chemickými analýzami.

Komparací všech provedených půdních a listových chemických analýz obsahu základních prvků ve výživě jednotlivých dřevin na rozdílných výsypkových stanovištích byly stanoveny tyto optimální hladiny prvků při kterých mají pěstované dřeviny nerušený růst a vývoj (tab. č.3.).

Asimilační orgány	Obsah prvků v % sušiny							
	Ca	Mg	K	P	N	Fe	S	Si
listy	0,8	0,3	0,4	0,20	1,7	0,01	0,1	0,16
jehlice	0,5	0,15	0,55	0,15	1,2	0,02	0,12	0,25

Tab. č.3. Optimální obsahy minerálních živin v asimilačních orgánech

U modřínu je možno počítat s tím, že rozpětí obsahů jednotlivých prvků bude větší, než je v tab.č. 3. uvedeno. Pro výživu ať již listnatých nebo jehličnatých dřevin hladina obsahu fosforu nemá rozhodující význam. Kritické koncentrace hladiny živin v listech nebo jehličí zatím nejsou známy. Na některých výsypkách byl mnohokrát u borovice černé a modřínu prokázán vztah mezi vzrůstem kultur a obsahem hořčíku, draslíku a dusíku v jehličí. Chlorózy listů (lípa, javor, jasan, topol) jsou poměrně častým jevem, zvláště u mladých kultur. K tomuto jevu dochází na antropogenních substrátech jílovité povahy vykazujících zvýšený obsah vápníku a sodíku. Zejména pro antropogenní substráty je z lesnického hlediska důležitý proces koloběhu uvolňování minerálních látek pro výživu dřevin v rhiziologické hloubce zkoumaných profilů.

Provedená analýza koloběhu minerálních látek důležitých pro výživu dřevin listnatých a jehličnatých ve výsypkovém lesním hospodářství je na současné úrovni rekultivačního výzkumu dostačující pro volbu jednotlivých taxonů a způsobu jejich zakládání na výsypkách. Výsledkem zkreslených představ o koloběhu minerálních živin a výživě pěstovaných ať již listnatých nebo jehličnatých dřevin je hnojení lesních kultur na výsypkách organickými a minerálními hnojivy. Celá řada pokusů s přihnojováním (lesní hrabanka, komposty, mykorhitické preparáty, minerální hnojiva) lesních kultur na výsypkách složených z terciárních miocénních jílu a jílovců neprokázala dendrologickou taxativnost těchto finančně značně náročných rekultivačních opatření (Dimitrovský, Kunt 2007).

S tímto názorem souhlasí i Čermák (Čermák, P. a kol. 1999) - současný stav výživy lesních dřevin na antropozemích severočeské hnědouhelné pánve, lze považovat za vyhovující. V úrovni hlavních živin v asimilačních orgánech dřevin existují rozdíly, hodnotitelné především

v návaznosti na rozdílnou pedologickou charakteristiku výsypkových substrátů použitých k rekultivaci. Nižší úroveň zastoupení některých živin (dusíku a fosforu) v listech je charakteristická zejména pro výsypkové substráty texturálně lehčí a minerálně deficitní např. výsypka Střimice.

4.3.6 Vývoj kořenového systému lesních dřevin

Čermák a Ondráček (2009) prováděli výzkum kořenového systému lesních dřevin na antropozemích. Zjistili, že k hlavním problémům ovlivňující deformace kořenového systému patří především technologie výsadby a kvalita používaného sadebního materiálu. Růst kořenového systému dále může ovlivňovat přítomnost hornin uhelné sloje s nepříznivými chemickými a fyzikálními půdními vlastnostmi (vysoká půdní acidita, přítomnost pyritu, nepříznivý vodní režim). Půdy ovlivněné svahovými sesuvy a erozními procesy mohou rovněž ve větší míře ovlivňovat vývoj kořenových soustav. Zjistily, že převážná část použitých taxonů dřevin k zalesnění překrytých antropozemí (kromě jehličnatých dřevin) již ve věku cca 10 let ovlivňuje kořenovým systémem půdní horizonty tvořené výsypkovými substráty před jejich rekultivací, tj. dochází k prokořenění půdního profilu o celkové mocnosti více než 0,5 m.

K dřevinám s největšími půdotvornými účinky v hodnoceném věku (největším prokořeněním plochy půdního profilu) patří zejména jasan a bříza, naopak nejmenší půdotvornými účinky má většina jehličnanů – smrk, borovice. Většina rekultivačně významnějších taxonů dřevin (jasan, dub, javor, lípa, olše) vytváří na těchto antropozemích obdobný kořenový systém - s mohutnou povrchovou soustavou rovnoměrně rozložených a pevně ukotvených kořenů, kterou doplňuje většinou více geotropicky rostoucích pňohů z báze kmene (z křídového kořene prostokořenné sazenice, který byl před výsadbou upraven). Přírozenou architekturu kořenového systému mají na antropozemích většinou pouze jedinci z přímého výsevu nebo náletu (zaznamenali jsme příklady dubu, jasanu a klenu). Častou příčinou deformace kořenového systému dřevin na těchto antropozemích bývá také zvýšená skeletovitost (ovlivněná aplikací tvrdších slínovců při melioraci výsypkové zeminy, omezeně lze zaznamenat i valouny čedičů), kdy se kořeny přizpůsobují charakteru.

5. Materiál a metodika

Metodika práce je založena na výběru vhodných lokalit pro hodnocení jednotlivých druhů dřevin pomocí průměrného stromu (vzorníku). Průměrný strom je vybrán na základě zjištění průměrných taxačních veličin na zkusných plochách. U vzorníku je provedena kmenová analýza. Zjištěné charakteristiky jsou vzájemně porovnávány mezi jednotlivými druhy a lokalitami.

5.1 Výběr lokalit

Pro hodnocení dynamiky růstu jednotlivých druhů dřevin na výsypkových stanovištích byly vybrány nejstarší lesnicky rekultivované plochy v Mostecké pánvi: Čepirohy – Bylany, Šmeral 1. Etapa, Střimice výzkumná plocha, výsypka Větrák a Úžín. Jednotlivé lokality se liší složením výsypkového substrátu, což umožní jejich vzájemné srovnávání. Plochy se mezi sebou liší druhovým složením, mají odlišný termín a způsob založení.

5.2 Výběr taxonů

Pro vzájemné porovnávání jednotlivých druhů byl vybrán běžně se používající rekultivační sortiment. Výběr druhů byl mnohdy omezen nedostatečným počtem jedinců na jednotlivých plochách. Z vybraných taxonů autochtonního původu mají největší zastoupení listnaté dřeviny – *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur*, *Tilia cordata*, *Betula pendula*, z jehličnatých jsou to *Larix decidua* a *Pinus sylvestris*. Dále byly zahrnuty i introdukované dřeviny – *Juglans nigra*, *Quercus rubra*, *Robinia pseudoaccacia* a *Pinus strobus*.

5.3 Založení zkusných ploch

Zkusné plochy byly zakládány v porostech s převahou jednoho druhu (v monokulturních či nesmíšených porostech). 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 umístovány do středu pásových výsadeb z důvodu snížení vlivu okrajového efektu.

Tvar a velikost zkusných ploch - čtvercové 50x50 m a 25x25 m, v případech pásových výsadeb i plochy obdélníkové 10x50 m. Zkusné plochy byly v terénu očíslovány a hraniční stromy vyznačeny barvou.

5.4 Výběr a zpracování vzorníků

Výběr vzorníků byl proveden na základě průměrných taxačních veličin dřevin získaných v jednotlivých zkusných plochách. Zkusné plochy byly vyprůměrkovány na plno za účelem zjištění středního průměru. Do průměrkování byly brány jedinci od tloušťky 6 cm (byla tak omezena možnost zahrnutí pozdějších dosadeb popř. náletů do výsledků). Střední průměr vzorníku byl počítán kvadratickým průměrem $d = \sqrt{(n \cdot d^2) / n}$.

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.

Odběr vzorníků probíhal v období zima 2008 – jaro 2010 v termínech, kdy byl celoroční přírůst ukončen.

Vzorníky o středním průměru a střední výšce byly vybírány uprostřed porostu z úrovně, nebo nadúrovně. Vybraný vzorník s průměrnými hodnotami byl rozřezán a v deseti relativních výškových intervalech (v 10%, 20%.....100% výšky vzorníku) byly odebrány kotouče. Zároveň byl odebrán kotouč ve standardní výšce d 1,3m. Kotouče byly vybroušeny a obraz jejich řezných ploch byl zdigitalizován.

5.5 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 důvodu omezení vlivu poruch a nepravidelností tvorby letokruhů, byla prováděna synchronizace letokruhových sérií. Pro zpřesnění datování byly využity jak všechny kotouče z jednoho vzorníků (kompletní kmenová analýza), tak i z ostatních vzorníků tzv. vytvoření lokální přírůstové řady.

Srovnávané křivky jsou fixované posledním letokruhem v roce odběrů. Přesné datování vychází z předpokladu, že se každým rokem vytvoří jeden letokruh. Na proměnlivost mají vliv především klimatické změny jednotlivých let. Drápela, Zach(1995) uvádějí, že pro synchronizaci jsou důležité především přírůstová minima na přírůstových křivkách se projevují výraznými „V“ signaturami

Z jednotlivých kotoučů byl odvozen počet a tloušťka letokruhů.

5.6 Růstové analýzy

Dle kotouče odebraného na bázi byl určován skutečný věk dřeviny – k odečtenému počtu letokruhů byly připočítány 1-3 roky (počáteční stádia klíčící rostliny a semenáčku se na kotouči neprojeví). Z letokruhových řad byly odvozeny přírůsty v jednotlivých letech a vyneseny do přírůstových křivek.

Z letokruhových analýz byly odvozeny přírůsty v jednotlivých letech. Běžný tloušťkový přírůst (BTP) jako rozdíl dvou údajů růstové veličiny za určitý časový a průměrný tloušťkový přírůst (PTP) jako podíl hodnoty růstové veličiny a počtu let, za které se růstová veličina vytvořila. (Remeš 2008).

Pro vystižení trendu časové řady byly vyneseny křivky běžných tloušťkových přírůstů proloženy 7-letými klouzavými průměry. Klouzavé průměry odhalí přírůstové trendy ve střednědobém horizontu a omezí vliv meziroční fluktuační (Drápela, Zach 1995).

Dále byl průběh tloušťkového růstu vzorníků vyrovnán Korfovou růstovou funkcí (Korf 1972) za účelem modelace obou přírůstu a zjištění doby jejich kulminace

Korfova růstová funkce je ve tvaru:

$$y = A \cdot e^{\frac{k}{(1-n)t^{n-1}}} = A \cdot e^{\phi(t)}$$

Běžný tloušťkový přírůst byl podle této růstové funkce odvozen jako její první derivace ve tvaru:

$$f'(t) = A \cdot e^{\frac{k}{(1-n)t^{n-1}}} \cdot \frac{k}{t^n}$$

Průměrný tloušťkový přírůst je vyjádřen podílem růstové funkce a času, tedy:

$$\eta = \frac{f(t)}{t}.$$

Doby kulminace běžného (t_1) a průměrného (t_2) tloušťkového přírůstu byly vypočteny podle následujících vztahů. Běžný přírůst kulminuje v době, kdy se druhá derivace růstové funkce rovná nule, tedy:

$$f''(t) = A \cdot e^{\frac{k}{(1-n)t^{n-1}}} \cdot \frac{k}{t^n} \left(\frac{k}{t^n} - \frac{n}{t} \right) = 0 \text{ pro } t = t_1,$$

$$t_1 = \sqrt[n-1]{\frac{k}{n}}$$

Ke kulminaci průměrného přírůstu dochází tehdy, když se první derivace funkce průměrného přírůstu rovná nule a zároveň se v této době průměrný přírůst rovná přírůstu běžnému, tedy:

$$\left(\frac{f(t)}{t} \right)' = \frac{Ae^{\phi(t)} \phi'(t) \cdot t - Ae^{\phi(t)}}{t^2},$$

$$t_2 = \sqrt[n-1]{k}.$$

(Korf 1972)

Výsledky růstových analýz byly porovnávány mezi sebou. Pro lepší interpretaci výsledků byly použity statistické metody.

Z ročních přírůstových hodnot byly pro jednotlivé druhy spočítány průměrné roční přírůsty. Z nich byla odvozena směrodatná odchylka vyjadřující míru rozkolísanosti BTP – rozptyl hodnot přírůstů od hodnoty střední a variační koeficient, který ukazuje variabilitu šířek letokruhů v jednotlivých letech.

K vyhodnocování růstu jednotlivých dřevin byly seřazeny i maximální a minimální dosažené tloušťkové přírůsty.

Vlivy klimatických faktorů na přírůst byly srovnávány korelační analýzou. Porovnávaná klimatická data byla získána z meteorologické stanice Kopisty. Výpočet korelačního koeficientu byl použit i pro srovnávání průběhu přírůstových hodnot jednotlivých vzorníků.

6. Charakteristika vybraných výsypkových stanovišť Mostecké pánve

(zpracováno dle Čermák 2007; Čermák, Kohel 2003; Plán sanace a rekultivace MUS a.s. pro období 2000-2005. Říjen 1999.)

6.1 Čepirohy – Bylany

Čepirožská a Bylanská výsypka se nachází v blízkosti nového Mostu a sahá až k úpatí Ressleru. Jde o jednu z nejstarších rekultivací na Mostecku, začátky prací se datují od roku 1965. V tomto roce proběhlo uvolnění 59 hektarů plochy do rekultivace. Největší plochu zabraly lesoparkové rekultivace spolu s vytvořením přístupových komunikací. Na deseti a půl hektarech vznikla vinice, která se rozkládá na jižním svahu Čepirožské výšiny. Postupem času probíhaly další etapy především lesnických a parkových rekultivací.

V pasportu rekultivací je tato část vedena jako rekultivace svahu blanské výsypky pl. L/Š8 – I. etapa. Jedná se o vnější výsypku lomu Šmeral v prostoru bývalé obce Bylany, která je asi 40 m převýšena nad okolní terén. V rámci technické rekultivace technické rekultivace byla provedena úprava svahů do sklonu 1:3 a lokální překrytí ornici (3,71ha). Biologická rekultivace obvodových svahů byla provedena výsadbou lesnickými sazenicemi 224 007 ks (z toho 55 849 ks keřů). Sortiment *Quercus rubra*, *Robinia pseudoacacia*, *Larix decidua*, *Acer pseudoplatanus*, *Acer platanoides*, *Quercus robur*, *Betula pendula*, *Negundo aceroides*, *Tilia cordata*, *Tilia platyphyllos*. V následujících pěstebních opatřeních byly prováděny okopávky, vyžínání, nátěry proti okusu, prořezávky a vylepšování výsadeb.

Půdotvorný substrát (antropozem - půdní typ tvořený ze středně těžkých zemin) je heterogenní, písčito-hlinitý až hlinitý. Zrnitostně (podle Nováka) lze zeminu charakterizovat jako hlinitou a podle trojúhelníkového diagramu zrnitosti půd (NRSCS USDA) jako prachovito-jílovitou hlínu. Půdní reakce je silně kyselá, substrát má nízký až střední obsah organických látek, je bezkarbonátový, kationtová výměnná kapacita je nízká až velmi nízká, sorpční schopnost lze hodnotit jako extrémně nenasycenou. Živinově má nízké zásoby fosforu a draslíku, vyhovující zásoby hořčíku a vápníku. Z hlediska hydrofyzikálního představuje velmi příznivou variantu vzniku antropozemě, která je bezstrukturní, středně pórovitá, silně vododržná se středními infiltračními vlastnostmi. Půdotvorný proces do hloubky 0,1m je charakterizován nárůstem půdní acidity, obsahu organických látek, kationtové výměnné kapacity, snížení obsahu karbonátů a sorpční nasycení bazickými kationty.

6.2 Šmeral 1. etapa

Vnitřní převýšená výsypka, pod názvem Šmeral VII. přímo navazuje na zástavbu města Most. Její rekultivace byla podřízena záměrům 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 oxyhumilitů, které byly vzhledem k fyzikálním vlastnostem nevhodné pro přímou rekultivaci. Po překryvu 0,3-0,5 m mocnou vrstvou zúrodněných zemin byla provedena biologická rekultivace lesními sazenicemi se širokým sortimentem dřevin. Plocha lesnické rekultivace je 21,93ha. V následujících pěstebních zásazích byly realizovány prořezávky, vyvětňování, kácení, vyžínání a chemická ochrana proti zvěři.

Půdotvorný substrát (antropozem pelická) tvoří šedé jíly, které lze petrograficky charakterizovat jako prachovitý jílovec s poměrně vyrovnaným obsahem jílovitého minerálu kaolinitu (38-42%) a illitu (30-35%), další významnější příměs tvoří křemen 14-17%. Součástí těchto zemin bývá i různý podíl skeletu, zvětralého uhlí a porcelanitu.

Zrnitostně (podle Nováka) lze zeminu charakterizovat jako jíl a podle trojúhelníkového diagramu zrnitosti půd (NRSCS 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 vodostálejších půdních agregátů (drobtovitou půdní strukturu). Půdní reakce je slabě kyselá 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. Půdotvorný proces do hloubky 0,1m je charakterizován nárůstem půdní acidity, obsahu organických látek, kationtové výměnné kapacity, snížením obsahu karbonátů a sorpčním nasycením bazickými kationty.

Půdotvorný substrát (antropozem pelická) tvoří šedé jíly, které lze petrograficky charakterizovat jako prachovitý jílovec s poměrně vyrovnaným obsahem jílovitého minerálu kaolinitu (38-42%) a illitu (30-35%), další významnější příměs tvoří křemen 14-17%. Součástí těchto zemin bývá i různý podíl skeletu, zvětralého uhlí a porcelanitu.

Zrnitostně (podle Nováka) lze zeminu charakterizovat jako jíl a podle trojúhelníkového diagramu zrnitosti půd (NRSCS 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 vodostálejších půdních agregátů (drobtovitou půdní strukturu). Půdní reakce je slabě kyselá 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. Půdotvorný proces do hloubky 0,1m je charakterizován nárůstem půdní acidity, obsahu organických látek, kationtové výměnné kapacity, snížením obsahu karbonátů a sorpčním nasycením bazickými kationty.

6.3 Střimice – experimentální plocha

Převýšená výsypka se nachází severovýchodně od města Mostu směrem na Rudolice, východně od Špičáku. Geologická skladba této výsypky je tvořena horninami souvrství hnědouhelné sloje lomu Maxim Gorkij. Z hlediska rekultivace se jedná o zeminy krajně nepříznivé až fytotoxické. Převládají písky, písčité jíly a jílovité písky. Hlavními nepříznivými činiteli je vysoká acidita, nenasycený sorpční komplex, nedostatečný obsah přijatelných živin a velmi nepříznivé fyzikální vlastnosti. Původní lesnická rekultivace byla provedena v roce 1967. Výsadba přibližně z 90% vyhynula. Současně došlo vlivem přívalových dešťů několikrát k havarijnímu stavu takového rozsahu, že bylo nutno evakuovat část obce Rudolice. Všechna technická opatření (přikopy, úpravy svahů) nepřinesla výsledky. V roce 1970 předložili Báňské projekty návrh na využití vyklizovaných bentonitů z lomu Černý Vrch, ležící na jižní straně Střimické výsypky, pro rekultivaci a asanaci svahů v rozloze

52ha. Realizace byla zahájena v r. 1974. Vrstva překryvných bentonitických zemin byla stanovena na 50cm. Byly zapravovány dvoufázově a poté provedeno celoplošné zatravnění a později úspěšné zalesnění. Současně byla odstraněna eroze svahů. V roce 1982 byla založena experimentální plocha na fyto toxických výsypkových zeminách o výměře 6 ha.

Půdotvorný substrát (antropozem až antropozem arenická) tvoří texturálně lehčí nadložní horniny a materiály již uhelné sloje. Petrograficky lze substrát charakterizovat jako prachovitý jílovec až prachovec se zastoupením křemene 23-52%, kaolinitu 32-51% a illitu 7-16%. Zrnitostně (podle Nováka) představuje zeminu písčitou až písčito hlinitou a podle trojúhelníkovitého diagramu zrnitosti půd (NRSCS USDA) hlinitý písek až písčitou hlínu. Půdní reakce je slabě až silně kyselá, substrát má velmi nízký obsah organických látek (zvýšený obsah prozrazuje přítomnost uhlí), je bezkarbonátový, kationtová výměnná kapacita je velmi nízká, sorpční kapacita je extrémně nenasyčená až úporně nasycená a má nízké zásoby fosforu, draslíku, hořčíku a nízké zásoby vápníku. Z hlediska hydrofyzikálního představuje méně příznivou variantu vzniku antropozemě, která je bezstrukturní, mírně pórovitá, středně vododržná a má i nižší vsakovací schopnosti. Půdotvorný proces ve věku 25 let charakterizuje (do 0,1m) zejména nárůst organických látek a kationtové výměnné kapacity, včetně další pozitivní úpravy infiltračních (retenčních) vlastností povrchu výsypky.

6.4 Větrák

Převýšená výsypka navazující plynule na rostlý svah asi 2 km západně od města Bíliny. Sypání výsypky bylo ukončeno koncem 50-tých let minulého století. Svahy byly počátkem roku 1962 zalesněny a náhorní plošina byla převrstvena ornici a byl zde vysazen ovocný sad. V roce 1964 byl lesnický rekultivován okrajový svah s východní až jihovýchodní expozicí. V porostu původně převládaly druhy: olše lepkavá, olše šedá, topol kanadský, topol balzámový a jasan ztepilý. Po nezdaru růstu topolů byla výsadba v roce 1977 doplněna javorem klenem, dubem letním, lípou srdčitou, opět jasanem ztepilým, olší lepkavou a jeřábem ptačím ojedinele jeřábem břekem a podrostovými keři. Půdotvorný substrát tvoří heterogenní substrát hornin (zemín) terciárního i kvartérního původu (jílovce, porcelanity, sprašové hlíny, uhelné příměsi). Petrograficky lze substrát hodnotit jako jílovce s převažujícím zastoupením jílového minerálu kaolinitu (55-68%) a montmorillonitu (8-27%), illit se vyskytuje cca pouze do 2% a další významější součástí je i křemen (3-9%) a siderit (5-7%). Podle Nováka lze substrát hodnotit jako jílový a podle NRSCS USDA trojúhelníkového diagramu zrnitosti půd jako jílu. Půdní reakce může být profilově značně heterogenní (slabě kyselá až kyselá), substrát má velmi nízký obsah organických látek, je většinou bezkarbonátový, kationtová výměnná kapacita může být profilově opět značně heterogenní v závislosti na zvýšení obsahu montmorillonitu a obecně lze hodnotit i charakteristiku sorpční nasycenosti (slabě nasycená až nasycená). Z přijatelných živin má substrát velmi nízké zásoby fosforu, vyhovující zásoby vápníku a velmi vysoké zásoby draslíku a hořčíku. Z hlediska hydrofyzikálního představuje počátečně méně příznivější variantu vzniku antropozemě, která je bezstrukturní, středně pórovitá, silně vododržná a má i nižší vsakovací schopnosti. Půdotvorný proces ve věku 45 let charakterizuje (od 0,1m) zejména nárůst obsahu organických látek a pozitivní úprava infiltračních (retenčních) vlastností povrchu výsypky. Hodnocení ostatních půdních vlastností může být vzhledem k heterogenosti substrátu i problematické.

6.5 Úžín

Výsypka Úžín se nachází severovýchodním směrem od Chabařovic. Zde na severovýchodní hranici severočeské hnědouhelné pánve se vyskytují denudační relikty produktivního miocénu, které jsou označovány jako separátní pánvičky. Úžínská pávička je největší separátní pánvičkou o rozloze více než 560 ha (Macůrek 2005). Geologický materiál na vnitřní převýšenou výsypku Úžín byl skrýván v dole A. Zápotocký, který zásoboval uhlím tlakovou plynárnu, vybudovanou v přímém sousedství povrchového dolu. Důl ukončil těžbu v roce 1980. Výsypka byla založena rypadlovým způsobem o výměře 82ha. Část výsypky k zemědělské rekultivaci byla převrstvena orníci, lesnická rekultivace proběhla přímo. Půdotvorný substrát (antropozem) tvoří šedé jíly montmorilloniticko-illiticko-kaolinitické s obsahem fyzikálního jílu 20-25%, jejich povrchový půdní horizont ovlivněný půdotvorným procesem lze hodnotit zrnitostně jako hlinitý, přecházející směrem do hloubky v zeminu jílovitohlinitou. Podle Nováka lze substrát hodnotit jako hlinitý až jílovitohlinitý a podle NRSCS USDA trojúhelníkového diagramu zrnitosti půd jako prachovito-hlinitá zemina. Půdní reakce je proměnlivá v různých profilech všeobecně je slabě kyselá, substrát má velmi střední obsah organických látek (vytvořen vrchní humusový horizont), je většinou bezkarbonátový, kationtová výměnná kapacita je vysoká až velmi vysoká, stupeň nasycenosti půdy může být kolísavý v různých profilových hloubkách – vrchní horizont nasycený, spodní horizonty slabě nasycené. Z přijatelných živin má substrát velmi nízké zásoby fosforu, vysoké zásoby draslíku a vápníku, velmi vysoké zásoby hořčíku. Z hlediska hydrofyzikálního jsou velmi strukturní, velmi silně pórovité, silně vododržné, a vyznačují se velmi příznivými vsakovacími vlastnostmi. Půdotvorný proces charakterizuje (od 0,1m) zejména nárůst obsahu organických látek a pozitivní úprava infiltračních (retenčních) vlastností povrchu výsypky.

Tab.č. 4. Zrnitostní složení antropozemí (Čermák 2007; Čermák, Kohel 2003)

lokality	půdní profil	< 0,002	< 0,01	0,01-0,05	0,05-0,25	0,25-2	dle Nováka	dle NRSCS USDA
Bylany	0-10	20,2	26,5	15,4	26,8	26,3	ph	pjH
	10-20	20,7	32	9,9	27,8	30,3	h	pjH
	30-60	22,5	34,4	15,1	26,2	24,3	h	pjH
	60-90	23	36	17,7	24,9	21,4	h	pjH
Šmeral VII (Šverma)	0-10	17,2	44,1	26,1	22,8	7	j	J
	10-30	37,4	80	14,2	2,5	3,3	h	rH
	30-80	46,8	83,8	12,7	0,8	2,7	j	rjH
Střimice I.	0-4	15,4	24,1	13,4	36,6	25,9	ph	pH
	5-35	14,4	20,7	12,2	39,5	27,6	ph	pH
	35-70	6,6	8,7	6,7	55,6	29	ph	hP
Větrák	0-10	40,2	54,2	19	21,2	5,6	jh	J
	10-30	74,2	84	7,3	1,2	7,5	j	J
	30-80	70,1	80,4	5,5	5,8	8,3	j	J
Úžín	0-15	19,6	44,8	27,4	12,8	15	h	rH
	15-30	21,3	58	27,4	6,4	8,2	jh	rH
	30-70	22,8	60	25,8	4,6	9,6	jvh	rH

Tab.č. 5 Fyzikální vlastnosti antropozemí (Čermák 2007; Čermák, Kohel 2003)

lokality	půdní profil (cm)	maximální kapilární vodní kapacita (%obj.)	maximální kapilární nasáklivost (%obj.)	pórovitost (%)	objemová hmotnost (g/cm ³)
Bylany	0-10	36,3-43,3	44,2-50,9	50,3-56,0	1,00-1,12
	10-20	27,5-30,6	30,8-35,1	39,1-46,7	1,40-1,59
	20-100	22,2-27,3	24,7-30,4	28,7-36,0	1,70-1,88
Šmeral VII (Šverma)	0-10	43,3-45,6	56,5-64,7	66,8-69,8	0,82-0,92
	10-30	43,9-48,3	52,3-59,3	59,2-66,9	0,94-1,11
	30-80	46,8-51,8	54,2-59,3	59,1-63,0	1,02-1,23
Střimice I.	0-4	33,7-39,6	37,3-45,0	38,3-49,4	1,32-1,60
	4-33	25,8-31,3	29,7-35,4	30,3-41,0	1,56-1,83
	35-100	30,5-36,2	35,4-40,7	34,4-41,9	1,55-1,74
Větrák	0-10	54,8-61,6	60,4-73,3	62,4-71,1	0,74-0,98
	10-30	50,1-55,5	52,4-58,2	51,9-56,5	1,18-1,31
	30-80	50,0-53,4	53,9-55,9	51,9-54,5	1,27-1,35
Úžín	0-10	30,8-39,6	43,4-56,3	69,9-74,6	0,59-0,71
	10-25	38,2-41,9	49,1-53,6	61,2-67,1	0,88-1,02
	25-100	41,0-46,2	47,2-53,3	57,2-61,8	1,00-1,10

Tab.č. 6 Obsah přístupných živin v antropozemí mg/kg (Melich III) (Čermák 2007; Čermák, Kohel 2003)

lokality půdní typ - subtyp	prům. hloubka odběru vzorku	P	K	Mg	Ca
Bylany	0-10	22,5	235	184	700
	10-20	34,5	49	67	292
	30-60	25,7	52	85	454
	60-90	27,4	51	178	1220
Šmeral VII (Šverma)	0-10	1,1	556	988	2307
	10-30	1,2	530	1366	3176
	30-80	0,2	498	1341	4620
Střimice les - antropozem	0-4	14,7	118	105	959
	5-35	15	45	51	238
	35-70	27,7	17	40	124
Větrák	0-5	25,9	520	1173	6983
	5-15	3,1	406	892	2172
	30-60	6,5	220	941	1987
Úžín - antropozem	0-15	0,4	428	385	2671
	15-30	0,9	357	598	2878
	30-70	0,9	335	907	3120

Tab.č. 7. Chemické a ostatní vlastnosti antropozemí (Čermák 2007; Čermák, Kohel 2003)

lokality	prům. hloubka odběru vzorku	pH vým.	Cox %	Q 4/6	Nt %	C:N	KVK (T) mmol/100g	V %	Uhlíčitá ny %
Bylany	0-10	3,79	8,86	-	0,4	22	16,3	< 30	< 0,1
	10-20	3,25	1,85	-	0,06	31	9,4	< 30	< 0,1
	30-60	3,35	2,63	-	0,05	52	4,8	< 30	< 0,1
	60-90	3,28	1,34	-	0,05	21	4,8	< 30	< 0,1
Šmeral VII (Šverma)	0-10	5,2	2,4	-	0,22	11, 8	30,5	66	< 0,1
	10-30	6,2	1,4	-	0,14	9,8	27,5	76	0,1
	30-80	6,9	0,9	-	0,11	8,1	26,8	89	0,5
Střimice I.	0-4	5,9	2,26	-	0,13	17, 4	11,2	< 30	< 0,1
	5-35	3,76	1,07	-	< 0,05	21	5,5	< 30	< 0,1
	35-70	6,17	0,1	-	< 0,05	2	0,9	100	< 0,1
Větrák	0-10	6,1	8,9		0,78	11, 4	61,8	76	< 0,1
	10-30	5,5	0,6		< 0,05	11	24,4	70	< 0,1
	30-80	6,2	0,1		< 0,05	2	24,2	87	< 0,1
Úžín	0-15	3,97	9,4	6,4 4	0,64	14, 7	41,1	< 30	< 0,1
	15-30	4,56	2,01	-	0,15	13, 3	27,5	62	< 0,1
	30-70	5,8	1,54	-	0,1	14, 5	24,1	73	< 0,1

7. Výsledky hodnocených taxonů podle jednotlivých lokalit

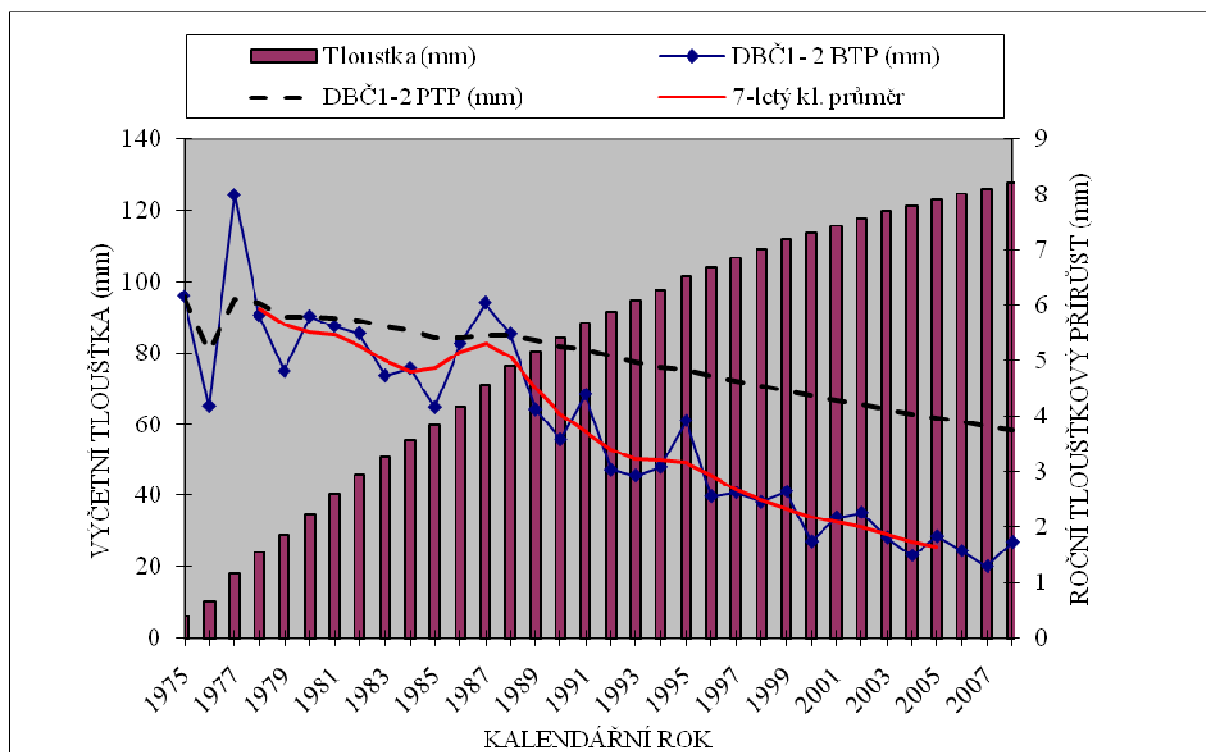
7.1 Čepirohy-Bylany

Analýza vzorníku č. 1. - dub červený (*Quercus rubra*)

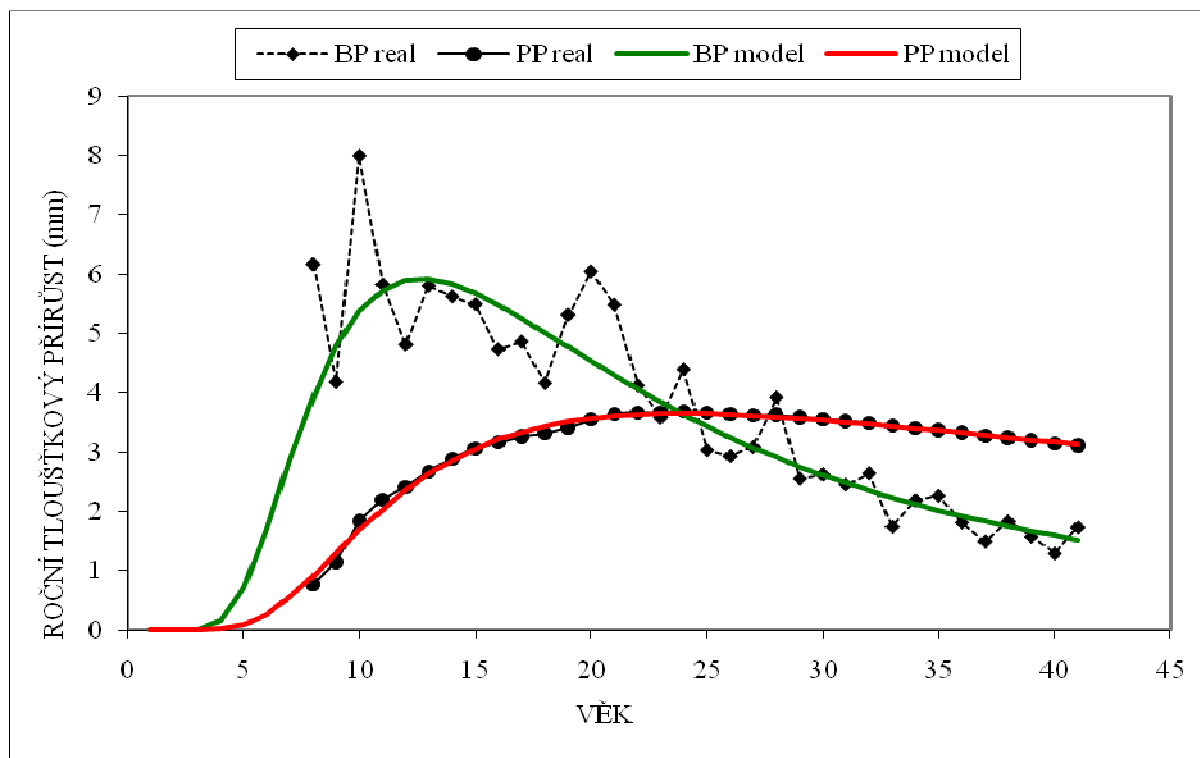
Na bázi vzorníku bylo determinováno celkem 41 letokruhů, předpokládané stáří dřeviny je odhadováno na 43 let. Vzorník byl vybrán měřením 163 jedinců s průměrnými parametry - průměr $d_{1,3}$ 14,7 cm a výška 18,5 m.

Průběh tloušťkového růstu dubu červeného ve výčetní výši je znázorněn na obr. č. 8. Počáteční propad přírůstu je způsoben srážkově a teplotně extrémním rokem 1976. Následný srážkově příznivý rok 1977 ovlivnil pozitivně přírůst, který v tomto roce dosáhl svého maxima. Dále hodnoty přírůstu postupně klesají s výjimkou krátkodobého zvýšení v letech 1985-1988 (opět srážkově příznivé roky). Přírůst dále klesá, což je dobře patrné z proložení přírůstové křivky 7-letým klouzavým průměrem.

Na obr. č. 9. lze spatřit kulminaci běžného tloušťkového přírůstu ve 13 letech po výsadbě a průměrný tloušťkový přírůst dosahuje svého maxima ve 24 letech po výsadbě.



Obr.č. 8. Běžný (BTP) a průměrný (PTP) tloušťkový přírůst a vývoj výčetní tloušťky Vzorníku č. 1. dubu červeného, lokalita Čepirohy-Bylany.



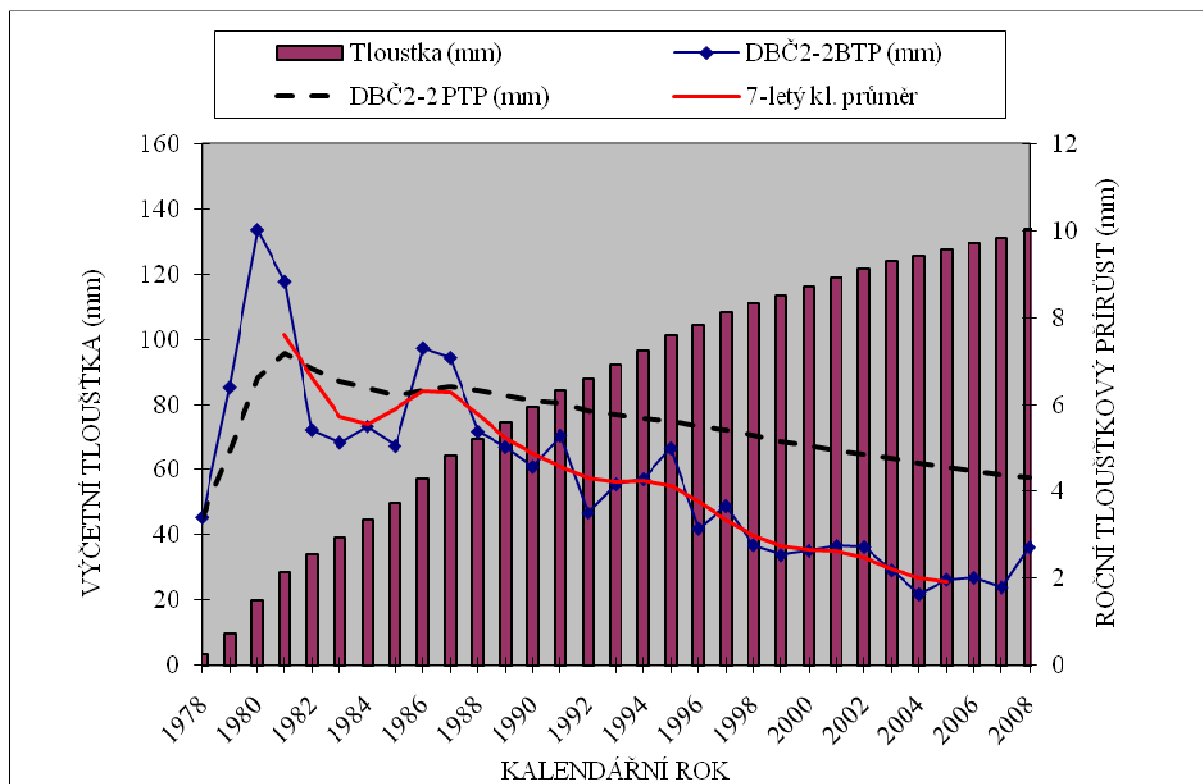
Obr. č. 9. Běžný a průměrný tloušťkový přírůst vzorníku č. 1. dubu červeného vyrovnaný Korfovou růstovou funkcí, lokalita Čepirohy-Bylany.

Analýza vzorníku č. 2. - dub červený (*Quercus rubra*)

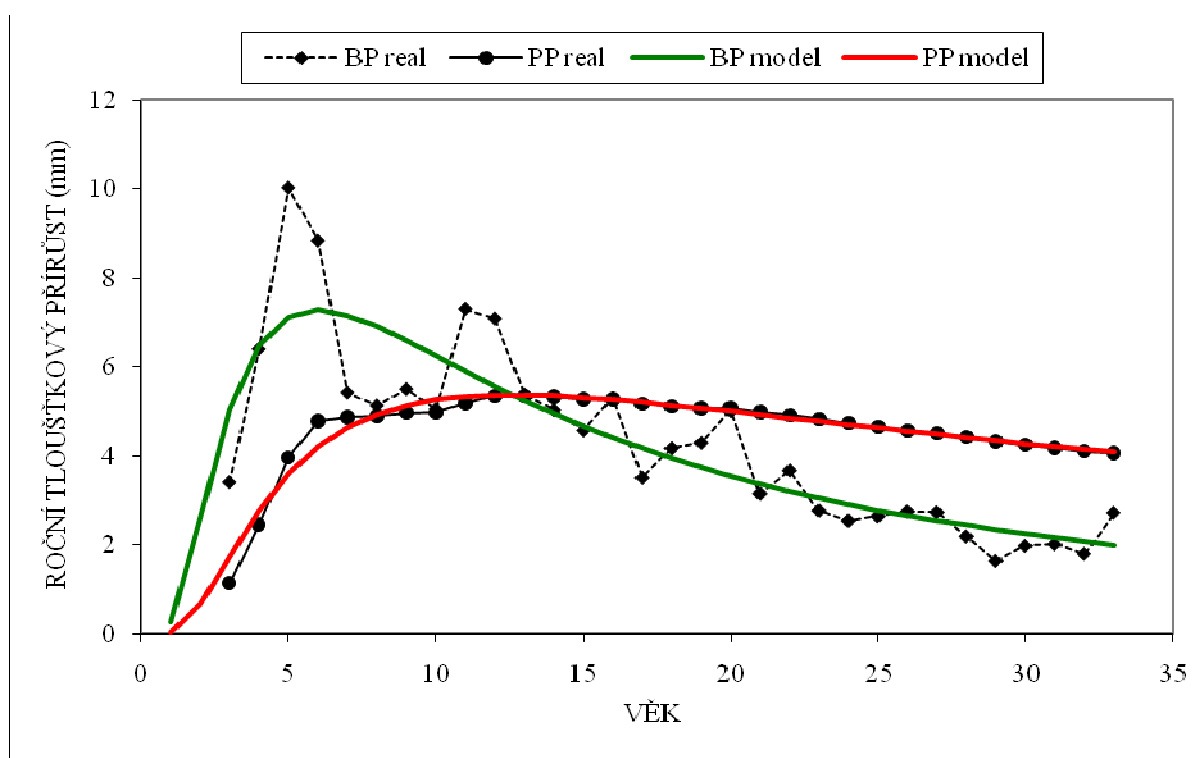
Na bázi vzorníku bylo objeveno poškození tvorby letokruhů v raném věku (zřejmě došlo k okusu zvěří). Posléze se vytvořil nový výhon, který srostl po 5 letech s původním výhonem. Na kotouči ve výčetní výši nebylo poškození již patrné. Determinováno bylo celkem 33 letokruhů, předpokládané stáří dřeviny je ovšem odhadováno (dle stáří okolních dřevin a vlivem poškození) na 43 let. Vzorník byl vybrán měřením 129 jedinců s průměrnými parametry - průměr $d_{1,3}$ 14,8 cm a výška 18 m.

Průběh tloušťkového růstu dubu červeného ve výčetní výši je znázorněn na obr. č. 10. Počáteční dynamický růst s maximem dosaženým v roce 1980 postupně s mírným kolísáním klesá. Proložení přírůstové křivky 7-letým klouzavým průměrem zvýrazníme dlouhodobý trend poklesu přírůstu (téměř lineární trend). Opět je patrné krátkodobé zvýšení přírůstu, způsobené srážkově příznivými lety 1986-1987.

Na obr. č 11. lze spatřit kulminaci běžného tloušťkového přírůstu v 6 letech po výsadbě a průměrný tloušťkový přírůst dosahuje svého maxima ve 13 letech po výsadbě.



Obr.č. 10 Běžný (BTP) a průměrný (PTP) tloušťkový přírůst a vývoj výčetní tloušťky vzorníku č. 2. dubu červeného, lokalita Čepirohy-Bylany.



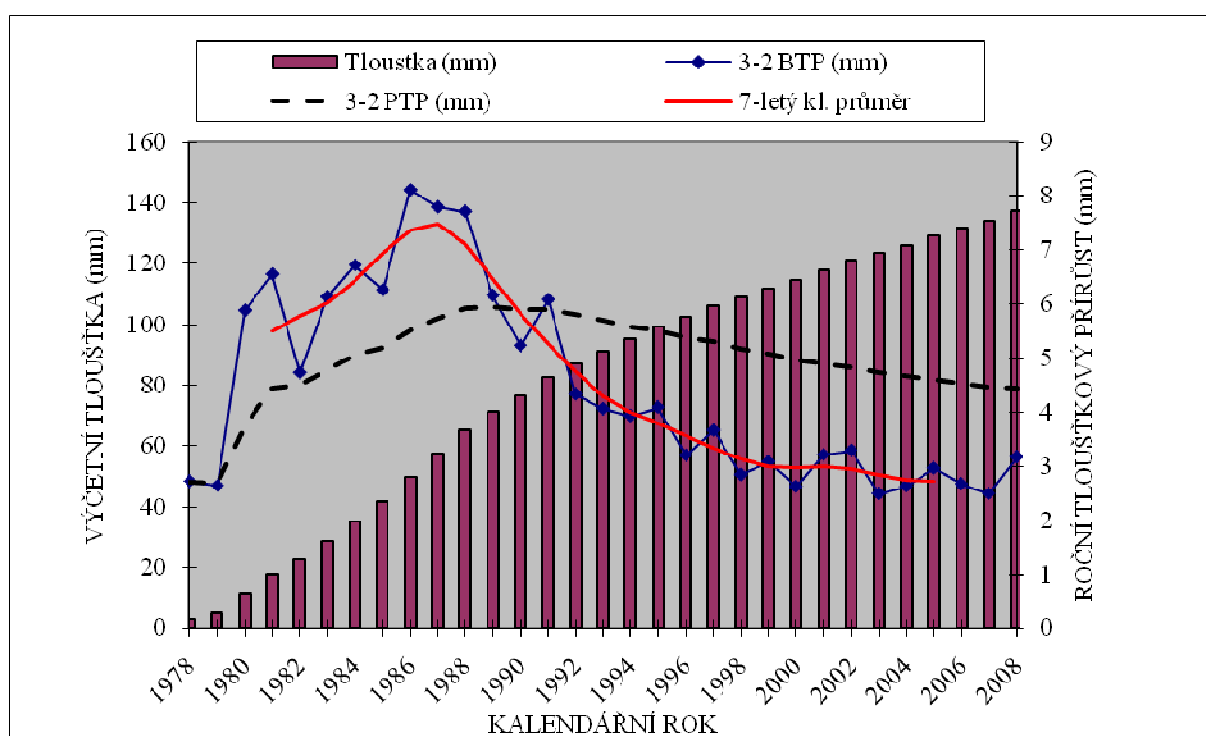
Obr. č.11. Běžný a průměrný tloušťkový přírůst vzorníku č. 2. dubu červeného vyrovnaný Korfovou růstovou funkcí, lokalita Čepirohy-Bylany.

Analýza vzorníku č. 3. - dub červený (*Quercus rubra*)

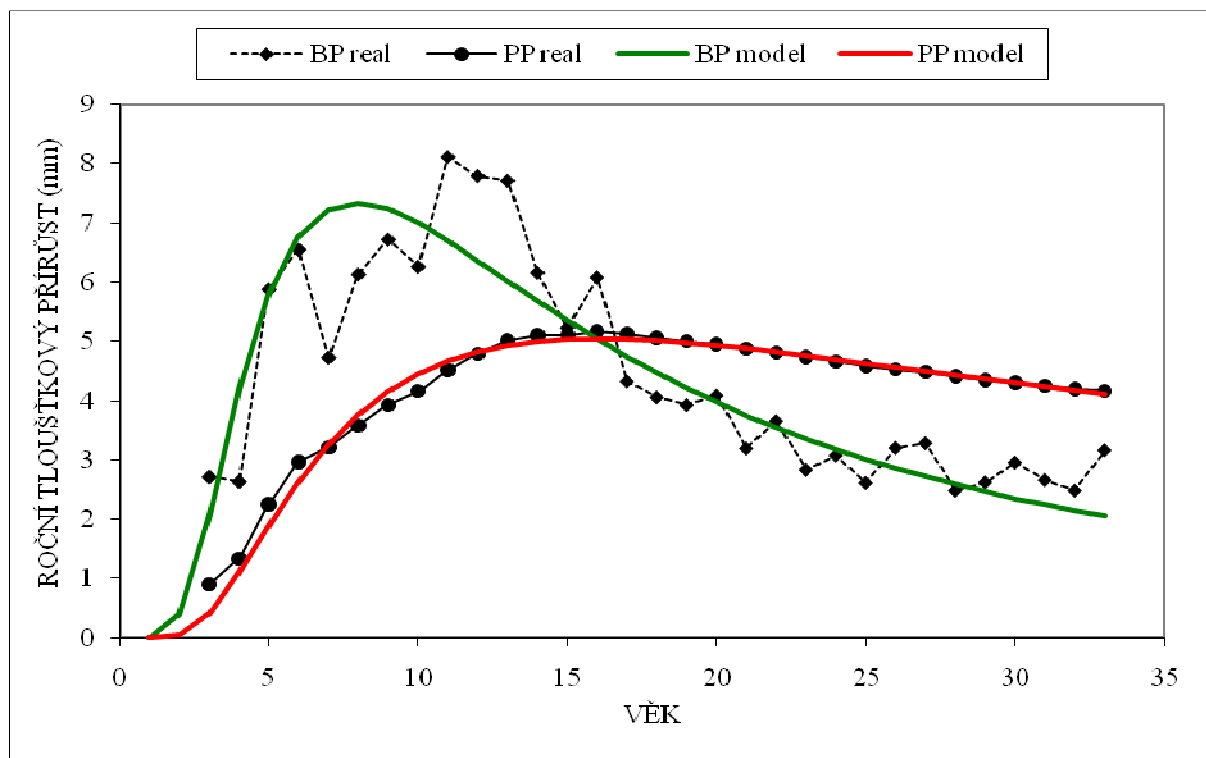
Na bázi vzorníku bylo objeveno poškození tvorby letokruhů v raném věku, pravděpodobně po okusu zvěří. Poškození se zcela zacelilo po 8 letech, nedosahovalo do výšky kotouče odebraného ve výčetní výši ($d_{1,3}$). Determinováno bylo celkem 33 letokruhů. Předpokládané stáří dřeviny je ovšem odhadováno (dle stáří okolních dřevin a vlivem poškození) na 43 let. Vzorník byl vybrán měřením 124 jedinců s průměrnými parametry - průměr $d_{1,3}$ 15,5 cm a výška 16,5 m.

Průběh tloušťkového růstu dubu červeného ve výčetní výši je znázorněn na obr. č. 12. Poškození způsobilo pozdější nástup maximálních hodnot v roce 1986. Proložením přírůstové křivky 7-letým klouzavým průměrem můžeme sledovat střednědobé trendy přírůstu - v mládí je patrná fáze dynamického růstu mezi lety 1983-1989, poté přichází výrazný pokles, který se postupně ustaluje na výši kolem 3 mm za rok.

Na obr. č. 13. lze spatřit kulminaci běžného tloušťkového přírůstu v 8 letech po výsadbě a průměrný tloušťkový přírůst dosahuje svého maxima v 16 letech po výsadbě.



Obr.č. 12. Běžný (BTP) a průměrný (PTP) tloušťkový přírůstek a vývoj výčetní tloušťky vzorníku č. 3. dubu červeného, lokalita Čepirohy-Bylany.



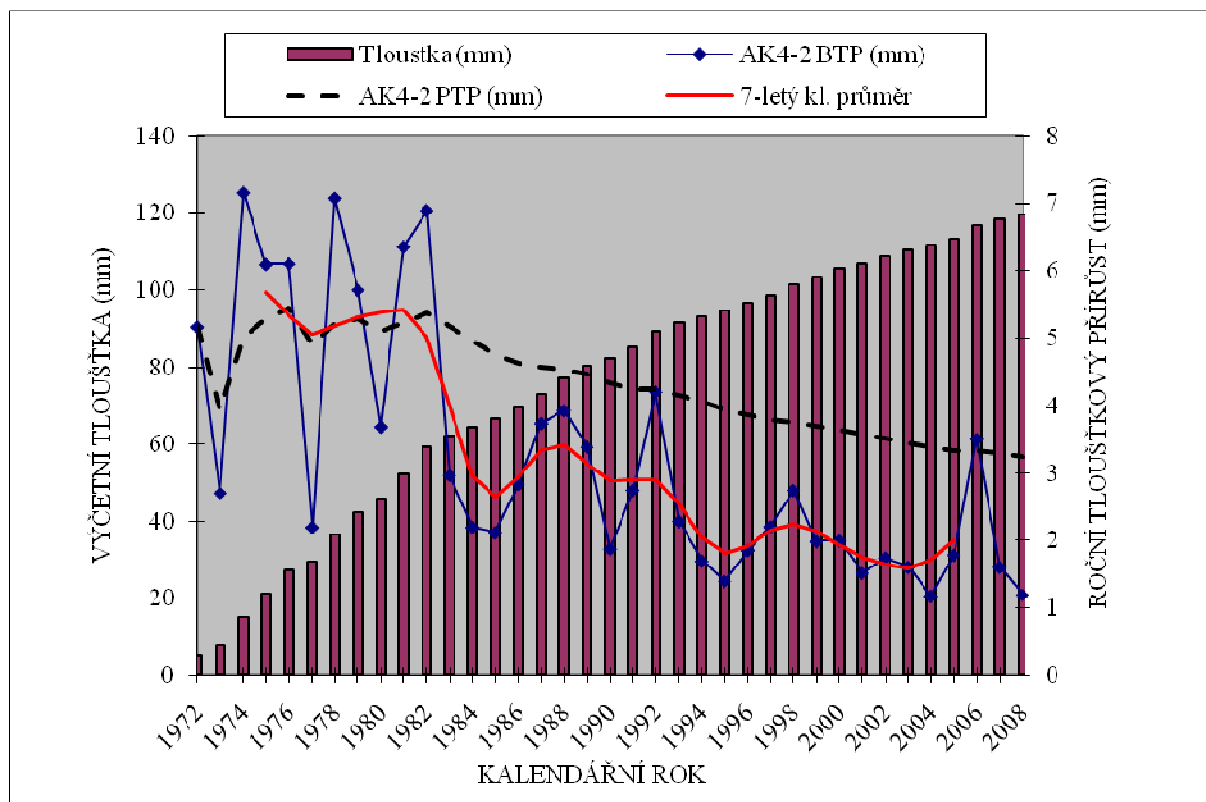
Obr. č. 13. Běžný a průměrný tloušťkový přírůst vzorníku č. 3. dubu červeného vyrovnaný Korfovou růstovou funkcí, lokalita Čepirohy-Bylany.

Analýza vzorníku č. 4. - trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*)

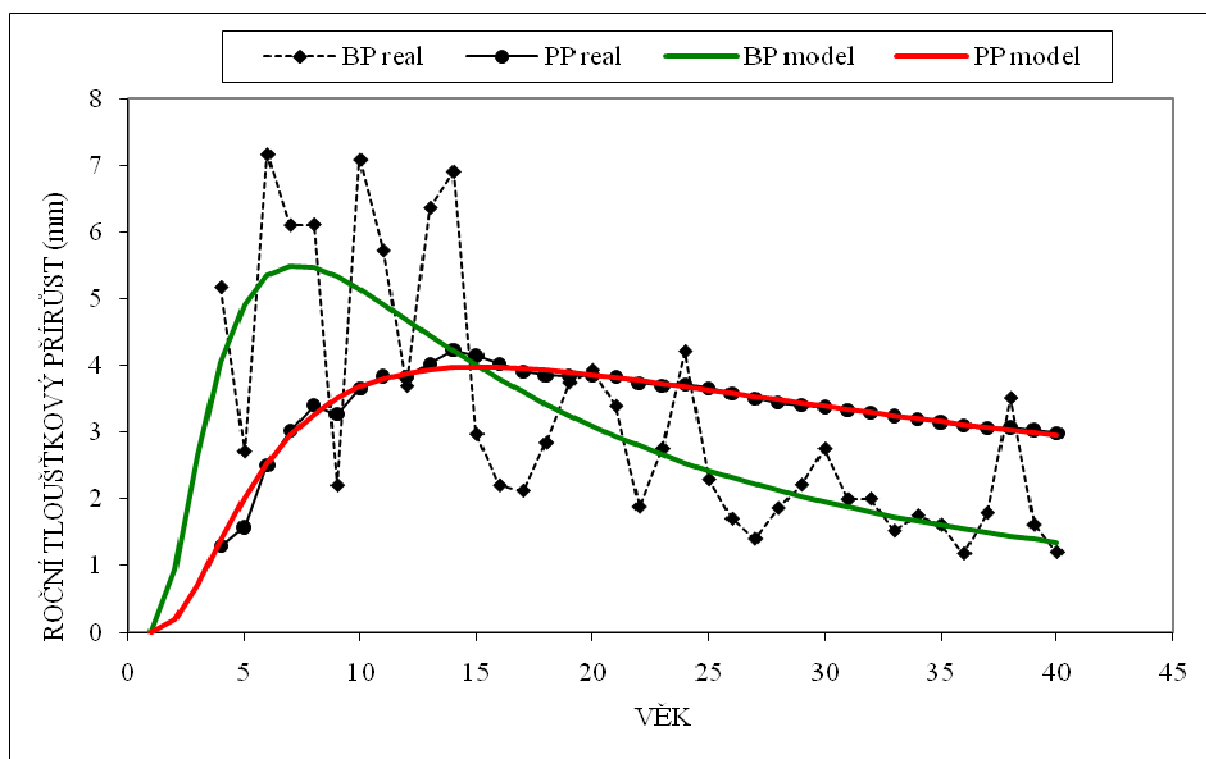
Na bázi vzorníku bylo objeveno rozsáhlejší poškození tvorby letokruhů v raném věku, které mohlo být způsobeno okusem nebo mrazem. Kmínek se rozvětvil, což bylo patrné i na druhém kotouči odebraném v 1/10 výšky kmene (165 cm). Po 4 letech od rozvětvení poškozené místo zarůstá. Determinováno bylo celkem 40 letokruhů. Předpokládané stáří dřeviny je ovšem odhadováno na 43 let. Vzorník byl vybrán měřením 34 jedinců s průměrnými parametry - průměr $d_{1,3}$ 14,9 cm a výška 16,5 m.

Průběh tloušťkového růstu akátu ve výčetní výši je znázorněn na obr. č. 14. V první fázi tloušťkového růstu se projevuje nápadné střídání vysokých a nízkých hodnot přírůstů. Po odstranění meziroční fluktuace proložením přírůstové křivky 7-letým klouzavým průměrem je patrná rozkolísanost ve střednědobém horizontu.

Na obr. č. 15. je vidět, že kulminace běžného tloušťkového přírůstu přichází již v 7 letech po výsadbě a průměrný tloušťkový přírůst dosahuje svého maxima v 15 letech po výsadbě.



Obr. č. 14. Běžný (BTP) a průměrný (PTP) tloušťkový přírůst a vývoj výčetní tloušťky vzorníku č. 4. trnovníku akátu, lokalita Čepirohy-Bylany.



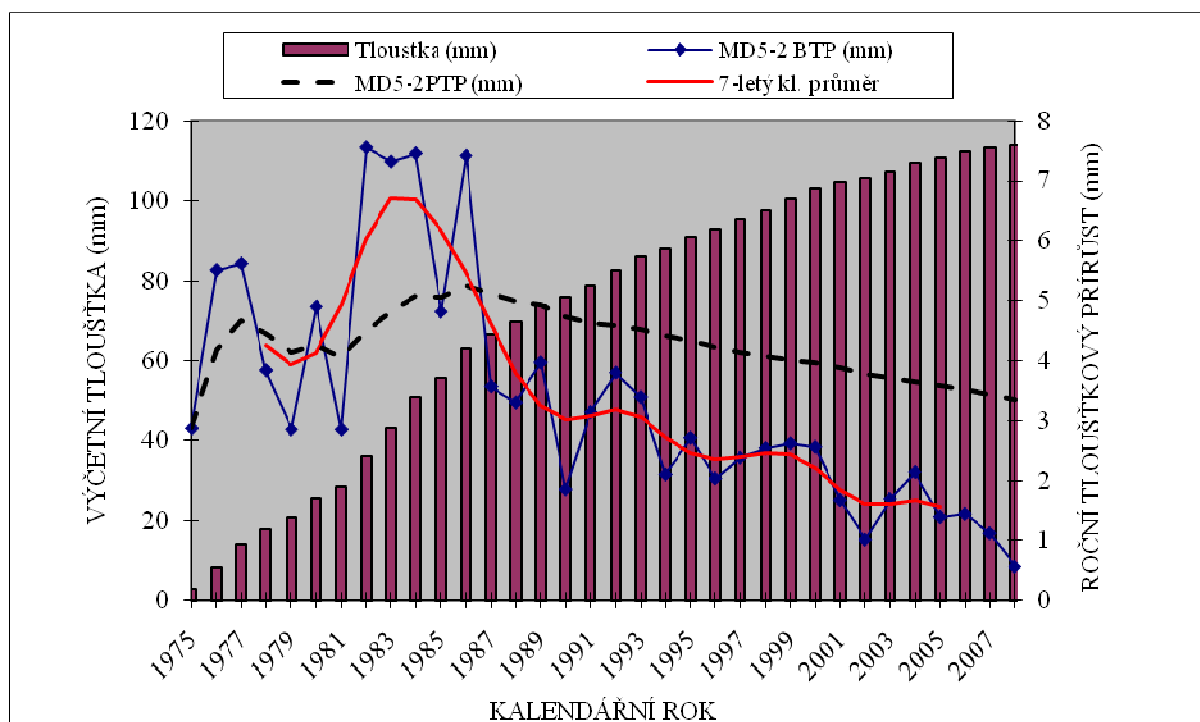
Obr. č. 15. Běžný a průměrný tloušťkový přírůst vzorníku č. 4. trnovníku akátu vyrovnaný Korfovou růstovou funkcí, lokalita Čepirohy-Bylany.

Analýza vzorníku č. 5. - modřín opadavý (*Larix decidua*)

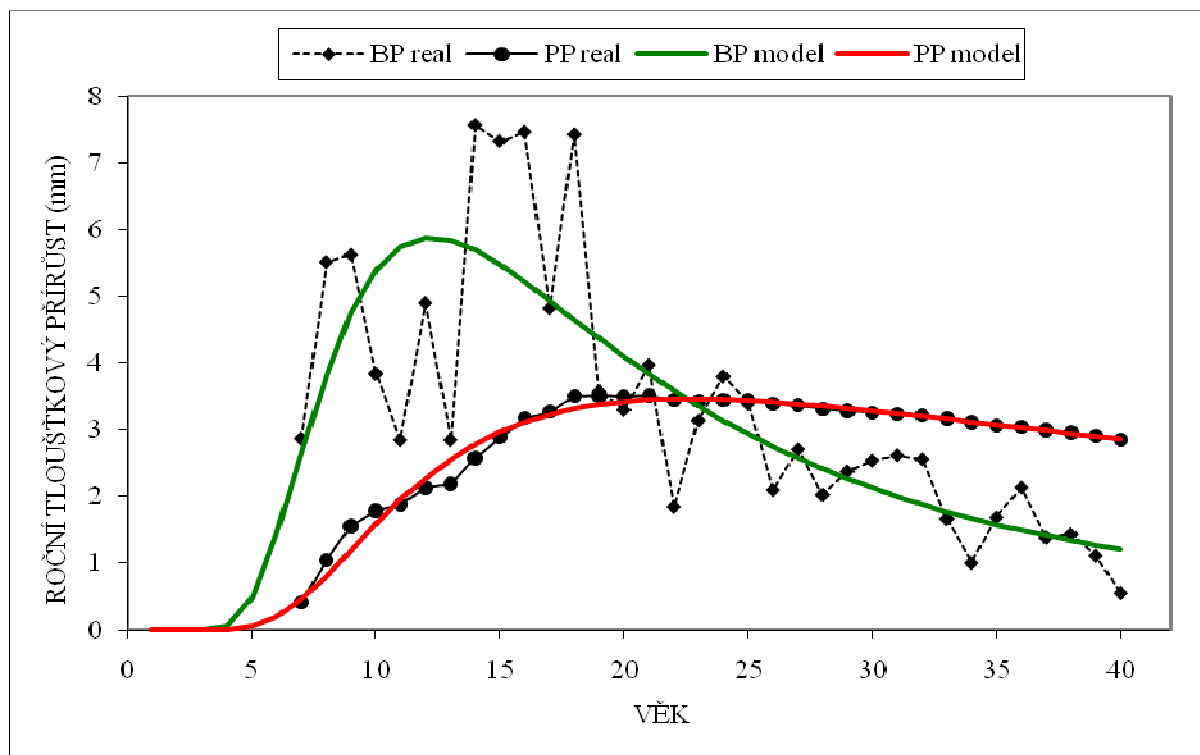
Na bázi vzorníku bylo napočítáno celkem 40 letokruhů. Předpokládané celkové stáří dřeviny je odhadováno na 43 let. Vzorník byl vybrán měřením 48 jedinců s průměrnými parametry - průměr $d_{1,3}$ 13,4 cm a výška 17,3 m.

Průběh tloušťkového růstu modřínu ve výčetní výši je znázorněn na obr. č. 16. První fáze vývoje se vyznačuje velkými výkyvy přírůstu s nápadnými depresemi v roce 1979, 1981 a 1985. Poté následuje prudký pokles, který dále pokračuje již v mírnějším tempu.

Na obr. č. 17. modřín dosahuje kulminace běžného tloušťkového přírůstu v 12 letech po výsadbě a průměrný tloušťkový přírůst dosahuje svého maxima ve 23 letech po výsadbě.



Obr. č. 16. Běžný (BTP) a průměrný (PTP) tloušťkový přírůst a vývoj výčetní tloušťky vzorníku č. 5. modřínu opadavého, lokalita Čepirohy-Bylany.



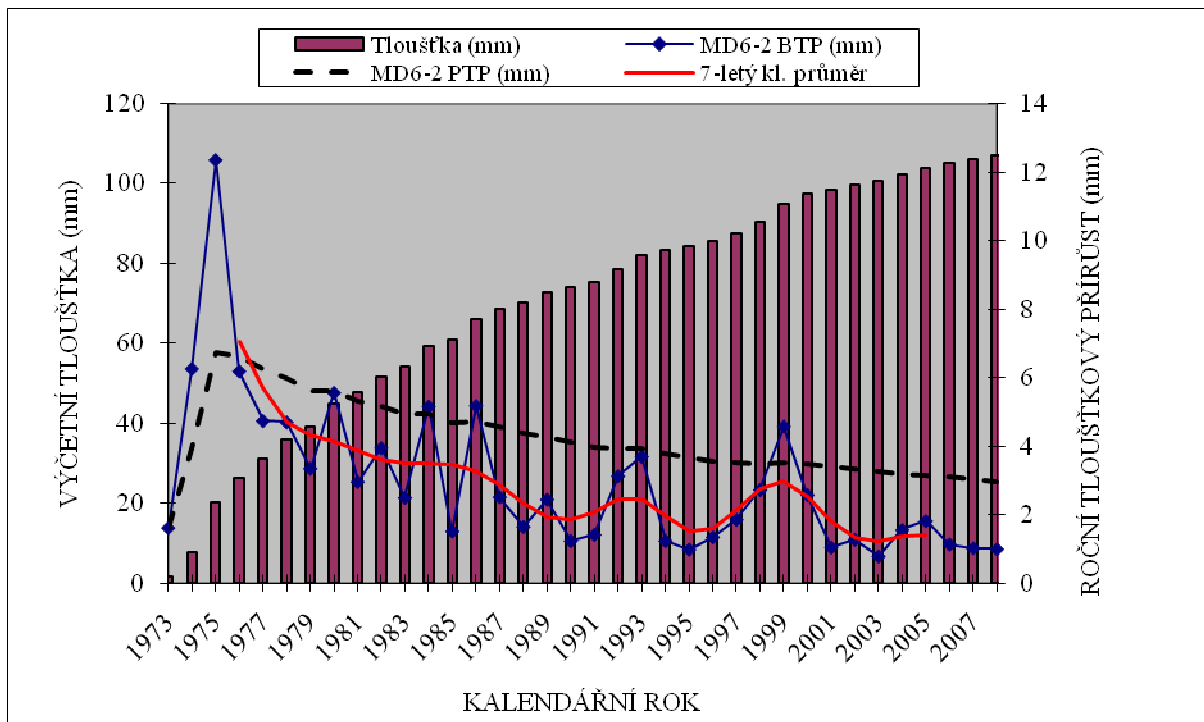
Obr. č. 17. Běžný a průměrný tloušťkový přírůst vzorníku č. 5. modřínu opadavého vyrovnaný Korfovou růstovou funkcí, lokalita Čepirohy-Bylany.

Analýza vzorníku č. 6. - modřín opadavý (*Larix decidua*)

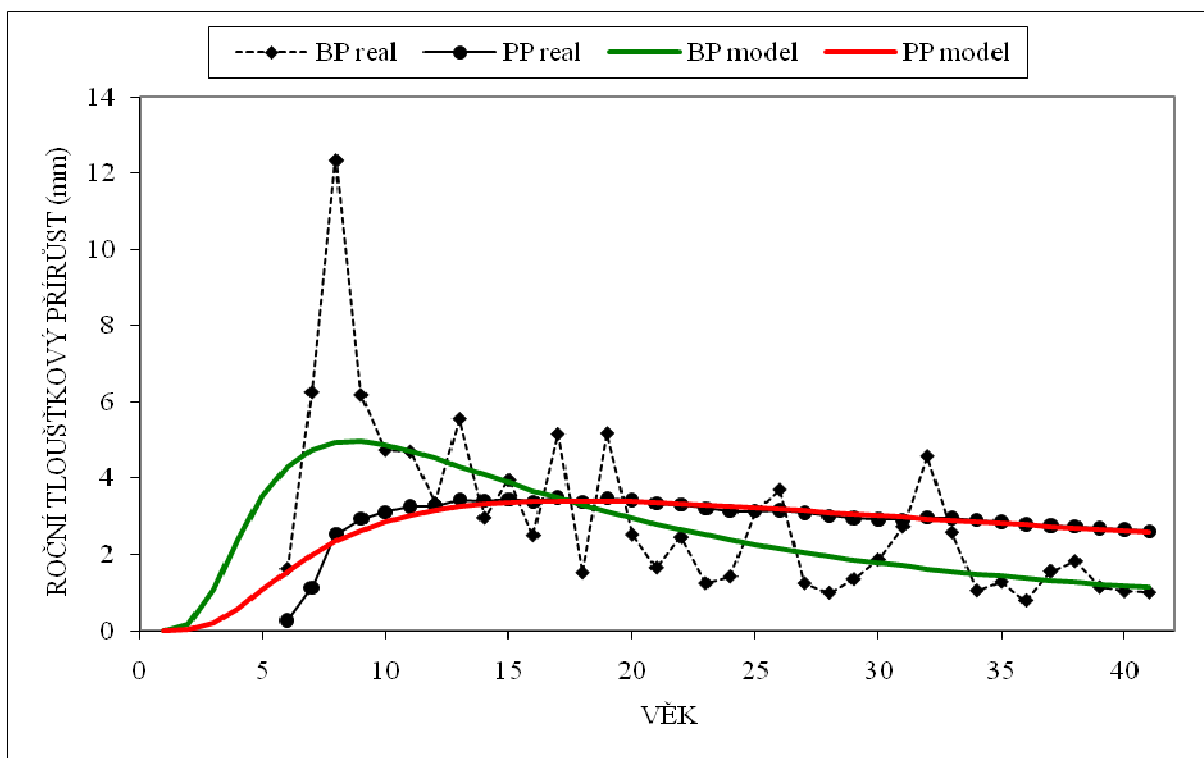
Na bázi vzorníku bylo napočítáno celkem 41 letokruhů. Předpokládané celkové stáří dřeviny je odhadováno na 43 let. Vzorník byl vybrán měřením 133 jedinců s průměrnými parametry - průměr $d_{1,3}$ 12,5 cm a výška 15,6 m.

Průběh tloušťkového růstu modřínu ve výčetní výši je znázorněn na obr. č. 18. Po prudkém počátečním zvýšení přírůstu vrcholícím maximem v roce 1975 přichází nápadný pokles přírůstu. Další vývoj přírůstu se projevuje poměrně velkým meziročním kolísáním kolem střední hodnoty 2mm ročně.

Na obr. č. 19. je vidět, že kulminace běžného tloušťkového přírůstu modřín dosahuje v 9 letech po výsadbě a průměrný tloušťkový přírůst dosahuje svého maxima v 17 letech po výsadbě.



Obr. č. 18. Běžný (BTP) a průměrný (PTP) tloušťkový přírůst a vývoj výčetní tloušťky vzorníku č. 6. modřínu opadavého, lokalita Čepirohy-Bylany.



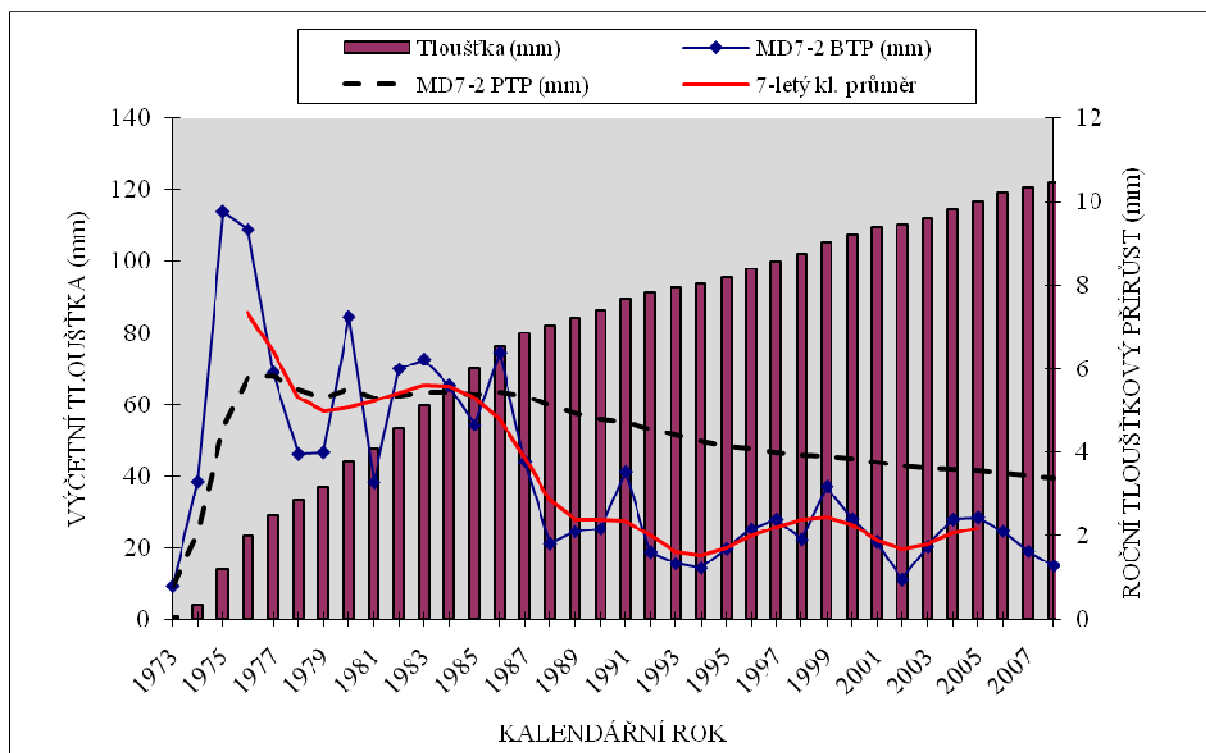
Obr. č. 19. Běžný a průměrný tloušťkový přírůst vzorníku č. 6. modřínu opadavého vyrovnaný Korfovou růstovou funkcí, lokalita Čepirohy-Bylany.

Analýza vzorníku č. 7. - modřín opadavý (*Larix decidua*)

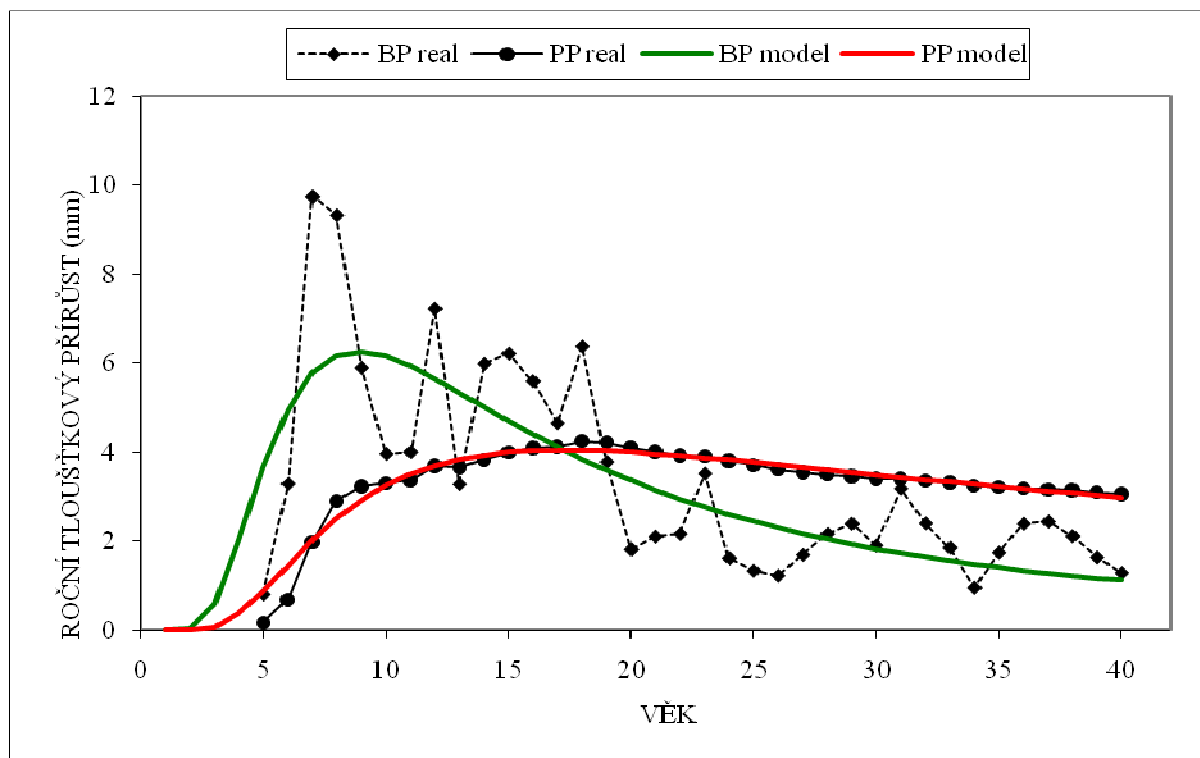
Na bázi vzorníku bylo napočítáno celkem 40 letokruhů. Předpokládané celkové stáří dřeviny je odhadováno na 43 let. Vzorník byl vybrán měřením 74 jedinců s průměrnými parametry - průměr $d_{1,3}$ 15,4 cm a výška 13,4 m.

Průběh tloušťkového růstu modřínu ve výčetní výši je znázorněn na obr.č. 20. Rychlý počáteční nástup maxima přírůstu v roce 1975 je vystřídán dvouúrovňovým sestupem. Odstranění meziroční fluktuace proložením přírůstové křivky 7-letým klouzavým průměrem lépe odhalíme rozkolísanost přírůstu – nápadný propad v období kolem roku 1979 a další výrazný pokles 1985-1989, po kterém se přírůst vyrovnává na \pm stejné úrovni.

Na obr. č. 21 je vidět, že kulminace běžného tloušťkového přírůstu modřín dosahuje v 9 letech po výsadbě a průměrný tloušťkový přírůst dosahuje svého maxima v 17 letech po výsadbě.



Obr. č. 20. Běžný (BTP) a průměrný (PTP) tloušťkový přírůst a vývoj výčetní tloušťky vzorníku č. 7. modřínu opadavého, lokalita Čepirohy-Bylany.



Obr. č. 21. Běžný a průměrný tloušťkový přírůst vzorníku č. 7. modřínu opadavého vyrovnaný Korfovou růstovou funkcí, lokalita Čepirohy-Bylany.

Vzájemné srovnání vzorníků na výsypce Čepirohy-Bylany

Největší zastoupení na této lokalitě mají rekultivačních dřeviny dub červený a modřín opadavý. Pro objektivnější vyhodnocení přírůstových trendů a redukci vlivů individuálního vývoje jednotlivých vzorníků (způsobované konkurencí dřevin v porostu) byly vybrány pro modřín a dub červený tři zkusné plochy. Na každé byl odebrán jeden vzorník.

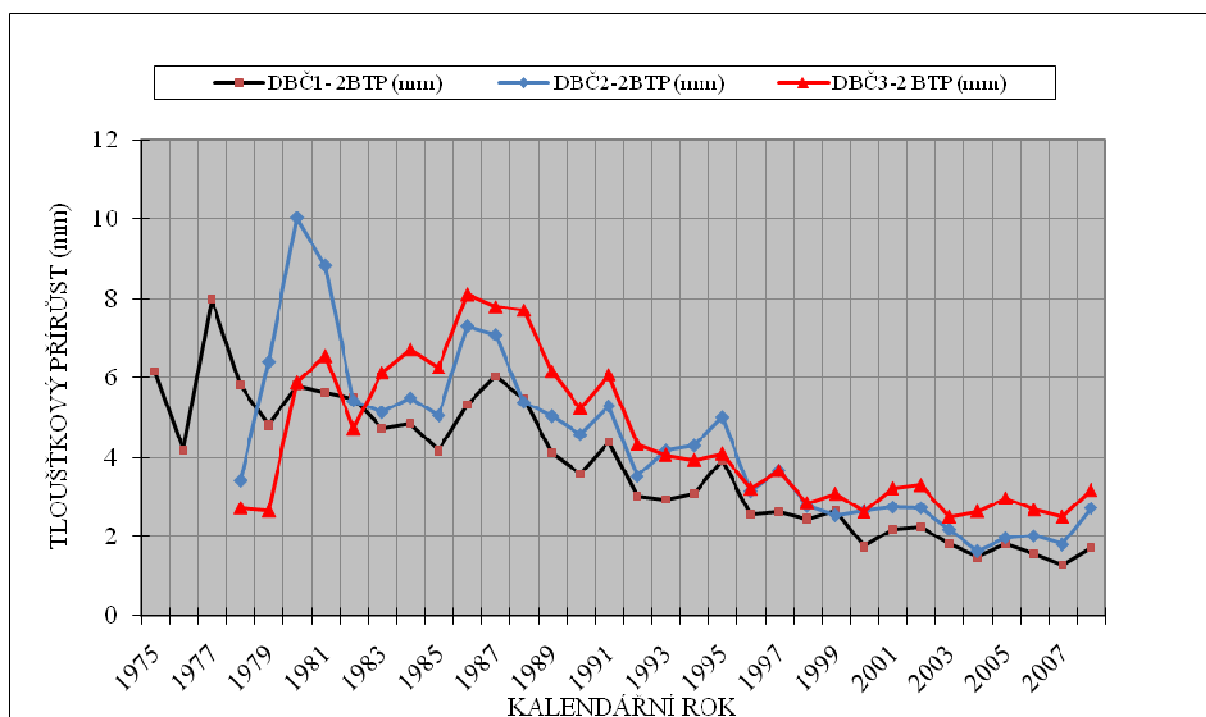
Proložení přírůstových křivek tří vzorníků dubu červeného (obr. č. 22.) zjistíme velmi podobný průběh vývoje tloušťkového přírůstu u všech jedinců, což dokazuje vysoký korelační koeficient porovnávaných křivek (č. 1 a č. 2 $r = 0,86$; č. 1 a č. 3 $r = 0,76$; č. 2 a č. 3 $r = 0,76$). Vzorníky modřínu opadavého nevykazují tak velkou souběžnost křivek jako u dubu červeného (korelační koeficient č. 5 a č. 6 $r = 0,45$; č. 5 a č. 7 $r = 0,69$; č. 6 a č. 7 $r = 0,79$). Průběh přírůstu modřínových vzorníků je na obr. č. 23. Pro vzájemné srovnávání byl použit průměrný přírůst vypočítaný ze tří vzorníků. Další hodnocenou dřevinou na výsypce Čepirohy-Bylany je trnovník akát.

Korelační analýza ukázala dubu červeného nezávislost vlivu úhrnu srážek na přírůst v témže roce (u celoročního úhrnu srážek $r = 0,00$ a u vegetačního úhrnu srážek $r = 0,08$). Pokud ovšem rozdělíme jeho vývojový cyklus na dvě poloviny, dostaneme v první fázi (1975-1991) vysokou míru závislosti na vegetačních srážkách ($r = 0,72$) a ještě vyšší závislost na celoročním úhrnu srážek ($r = 0,74$). V druhé fázi vývoje (1992-2008) je tloušťkový přírůst na ročním i vegetačním úhrnu srážek zcela nezávislý ($r = 0,03$). V první vývojové fázi dubu červeného byl prokázán vztah: roční úhrn srážek – přírůst. U modřínu se vliv srážek na přírůst v první vývojové fázi (1973-1990) neprojevil - výše korelačního koeficientu se pohybuje kolem nuly. Ve druhé vývojové fázi (1990-2008) lze sledovat opačný trend - výše korelačního koeficientu je záporná (celoroční srážky $r = -0,44$ a vegetační srážky $r = -0,51$). Znamená to tedy, že asi v 50% případů modřín lépe přirůstal ve srážkově chudších letech a hůře ve srážkově nadprůměrných letech. Modřín na výrazné srážkové výkyvy (extrémy) reagoval

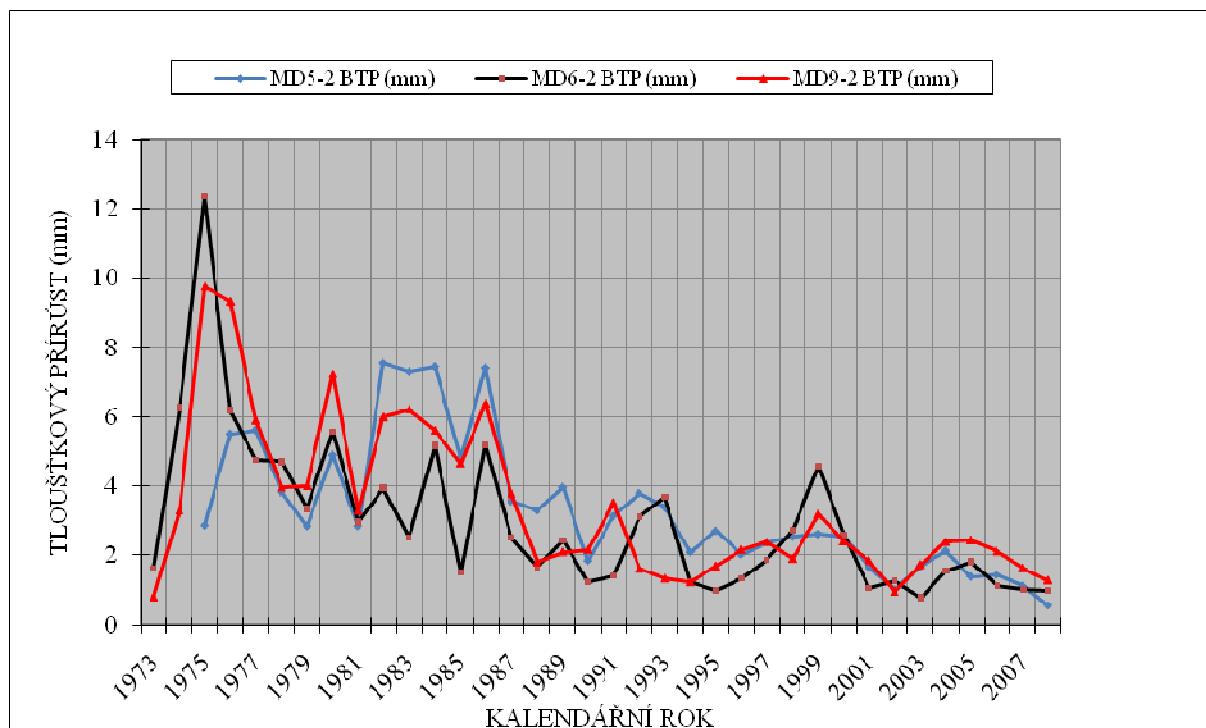
většinou se zpožděním nebo vůbec a dub červený hlavně v počátečním období (prvních 16 let).

Dále byla použita korelační analýza srážkově podprůměrných let a podprůměrných ročních přírůstů. Významně se shoda projevila pouze u modřínů v 63%. U ostatních dřevin nebyla shoda tak významná – dub červený 52%, akát 55% případů.

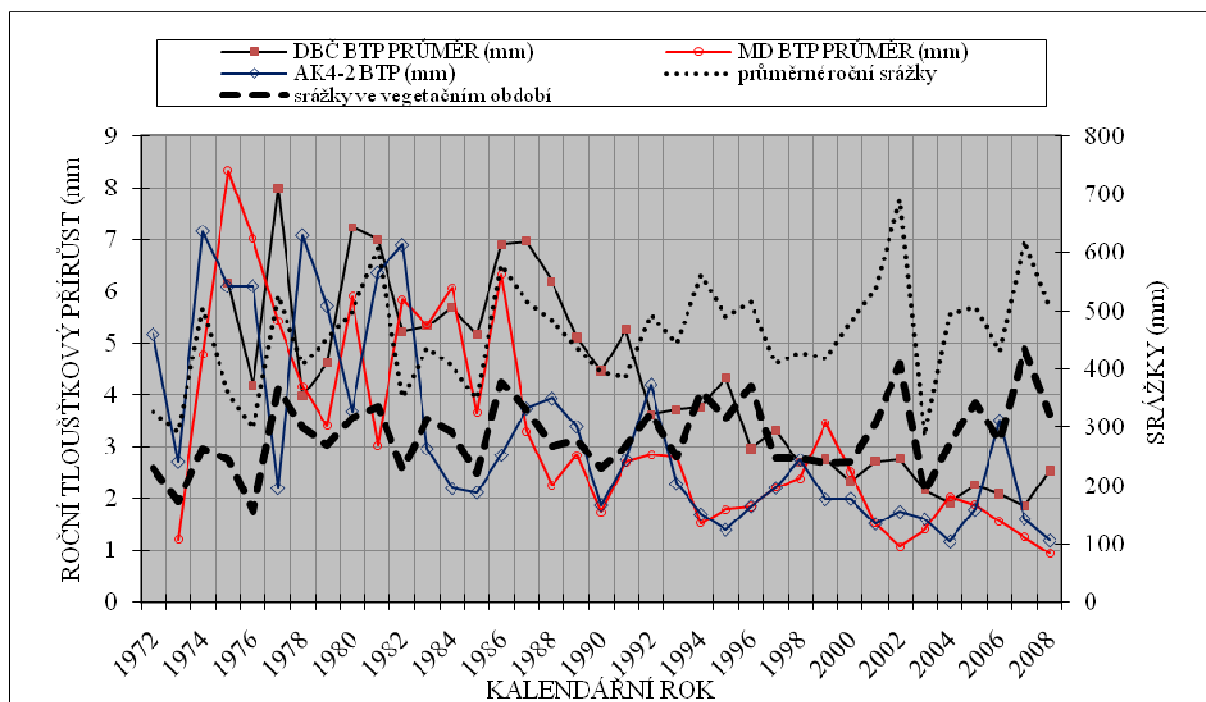
Srovnávané dřeviny dub červený, modřín opadavý a akát mají na čepiřožsko-býlanské výsypce obdobnou dynamiku vývoje viz obr. č. 24. Průměrný roční přírůst vychází u modřínu a akátu 3,32 mm a u dubu červeného je o něco vyšší (4,27 mm). Dle směrodatné odchylky přírůstu, značící míru jeho rozkolísanosti (DBČ $\sigma = 1,74$, MD $\sigma = 1,88$ a AK $\sigma = 1,81$) a variační koeficient (DBČ - 0,41, MD - 0,58 a AK - 0,56), který ukazuje variabilitu šířek letokruhů v jednotlivých letech, lze vyvodit, že dub červený má vyrovnanější průběh tloušťkového přírůstu než modřín a akát.



Obr. č. 22. Porovnání vývoje běžného tloušťkového přírůstu tří vzorníků dubu červeného č. 1, 2, 3, lokalita Čepirohy-Bylany.



Obr. č. 23. Porovnání vývoje běžného tloušťkového přírůstu tří vzorníků modříny opadavého č. 5, 6, 7, lokalita Čepirohy-Bylany.



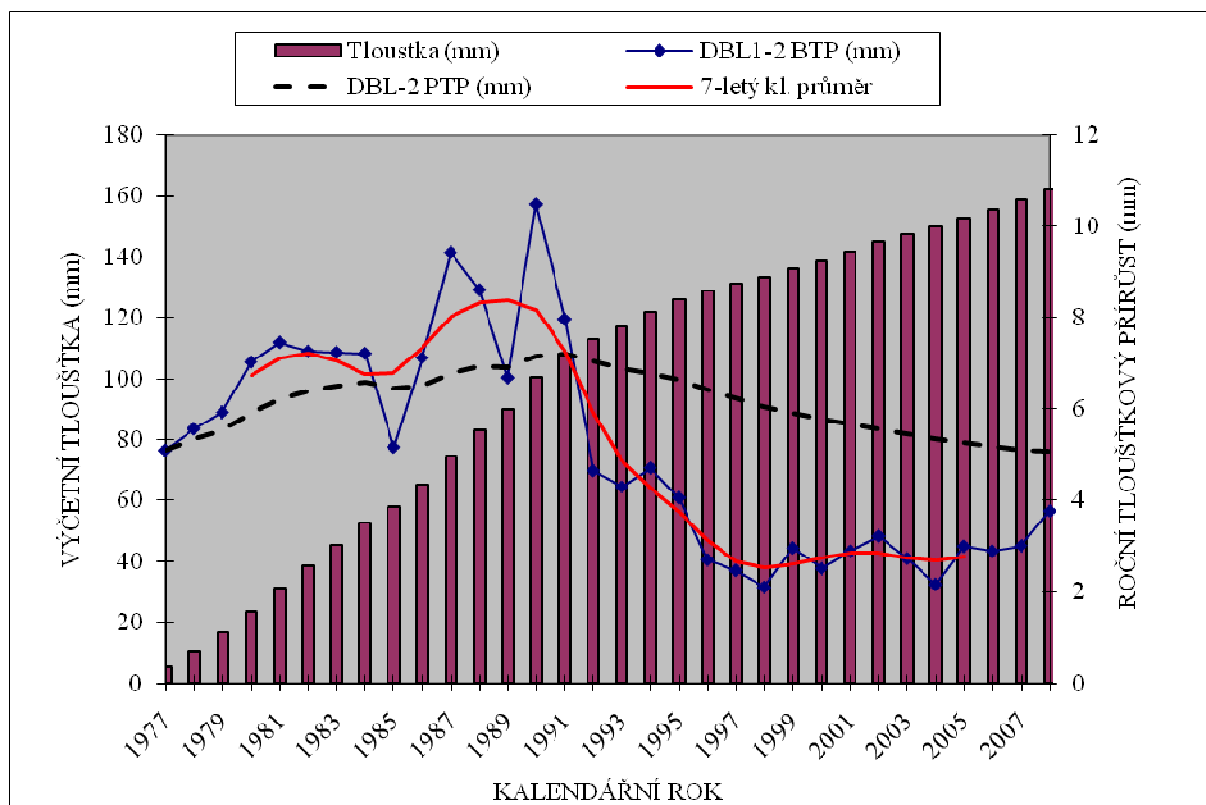
Obr. č. 24. Porovnání běžného tloušťkového přírůstu vzorníků s průměrnými ročními srážkami a srážkami ve vegetačním období, lokalita Čepirohy-Bylany.

7.2 Šmeral VII.

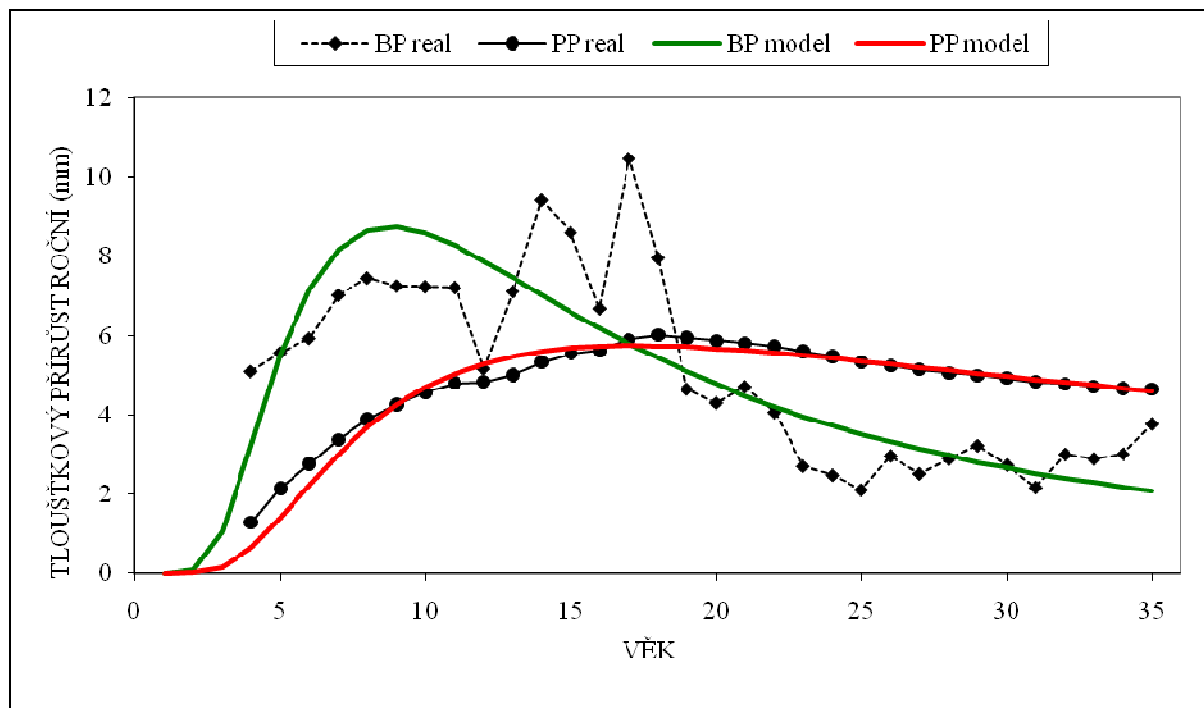
Analýza vzorníku č. 1. - dub letní (*Quercus robur*)

Na bazální části vzorníku bylo spočítáno 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 16,5m.

Průběh tloušťkového růstu ve výčetní výši je znázorněn na obr.č.25. V počátku přírůst pozvolně stoupá. Mezi roky 1986 až 1991 je vidět dynamický rozvoj tloušťkového přírůstu s dosažením maxima v roce 1990. Náhlý pokles v roce 1989 byl velmi pravděpodobně způsoben biotickým poškozením. Po dosažení maximálních hodnot přírůstu dochází k ostrému propadu, který se zastavuje v roce 1999. Přírůst dále pokračuje ve stejné výši, v závěru je patrný jeho 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 výsadbě, obr. č. 26.



Obr. č. 25. Běžný (BTP) a průměrný (PTP) tloušťkový přírůst a vývoj výčetní tloušťky vzorníku č.1. dubu letního, lokalita Šmeral VII.

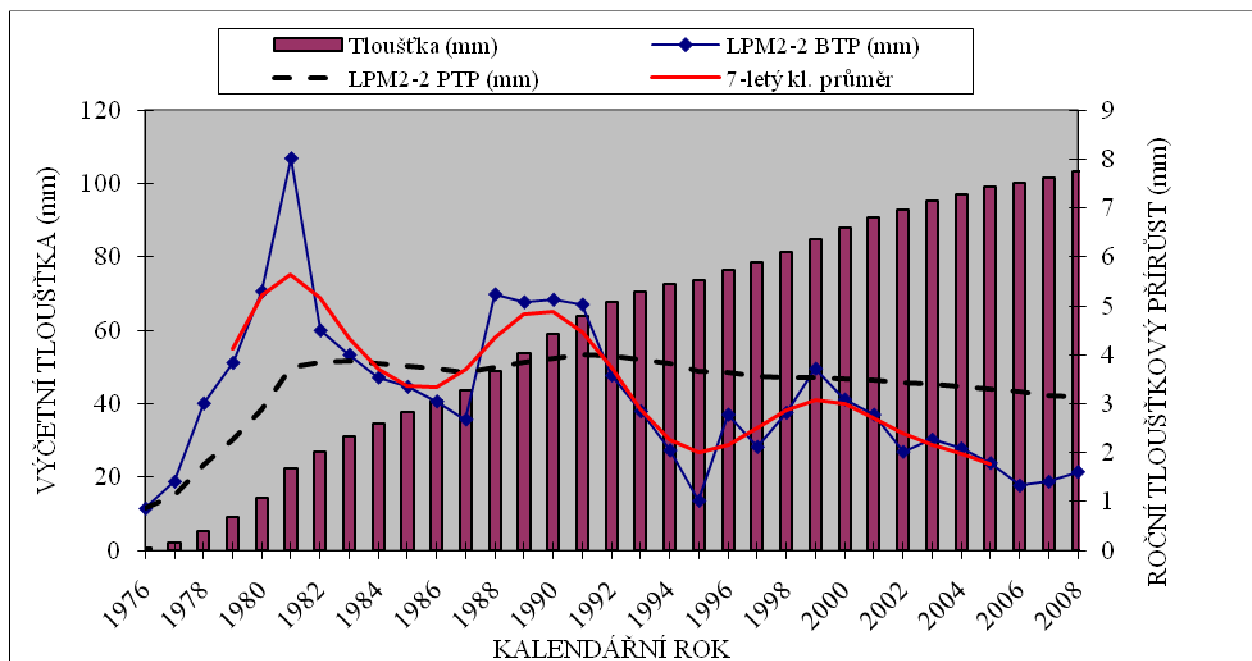


Obr. č. 26. Běžný a průměrný tloušťkový přírůst vzorníku č.1. dubu letního vyrovnaný Korfovou růstovou funkcí, lokalita Šmeral VII.

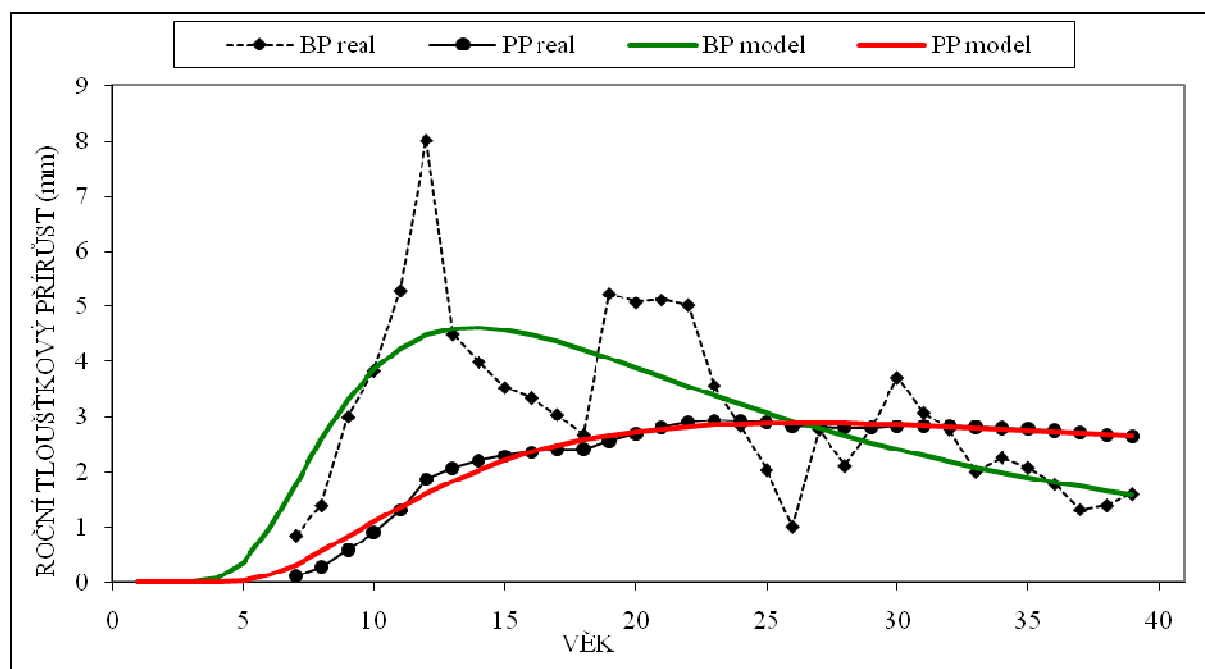
Analýza vzorníku č. 2. - lípa srdčitá (*Tilia cordata*)

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 13,2m.

Průběh tloušťkového růstu ve výčetní výši je znázorněn na obr.č.27. Růst byl v mládí velmi dynamický s rychlým dosažením maximálních hodnot běžného tloušťkového přírůstu v roce 1981. Poté lze mezi lety 1982-1987 pozorovat postupné snižování. Po opětovném zvýšení přírůstu v letech 1988-1991 dochází k poklesu běžných tloušťkových přírůstů s dosaženým minimem v roce 1995. Na obr. č. 28. lze spatřit kulminaci běžného tloušťkového přírůstu ve 14 letech po výsadbě a průměrný tloušťkový přírůst dosahuje svého maxima ve 26 letech.



Obr. č. 27. Běžný (BTP) a průměrný (PTP) tloušťkový přírůst a vývoj výčetní tloušťky vzorníku č. 2. lípy srdčité, lokalita Šmeral VII.



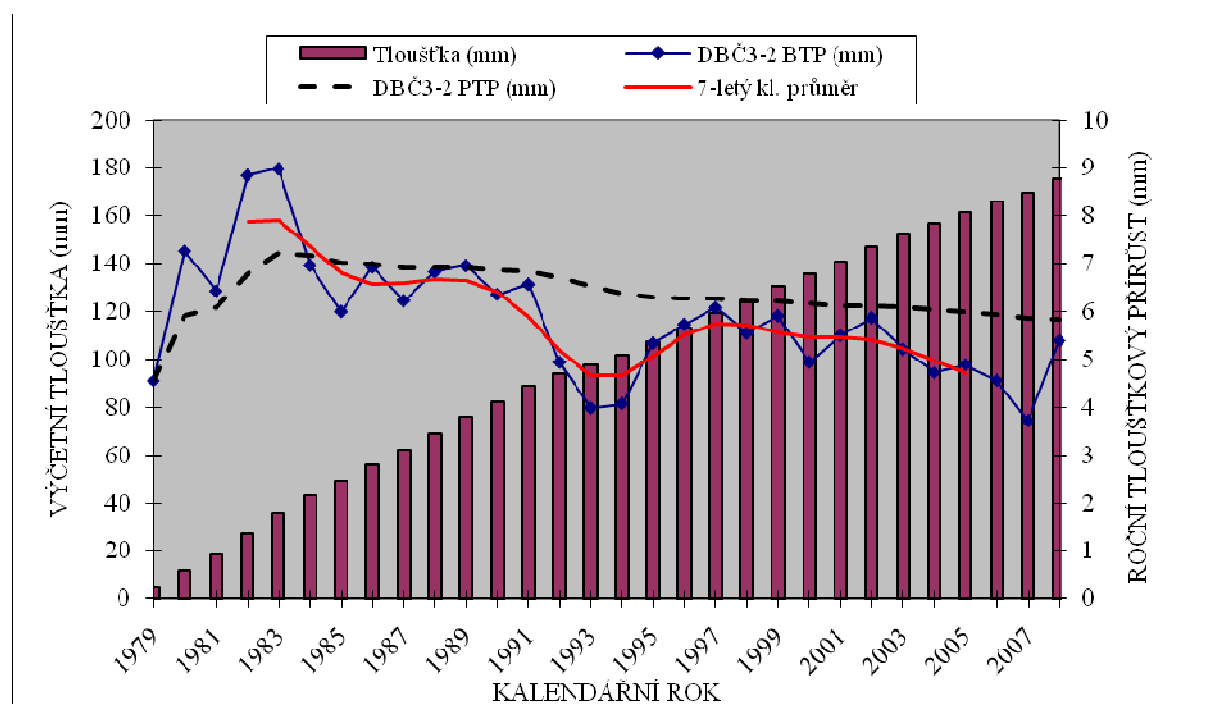
Obr. č. 28. Běžný a průměrný tloušťkový přírůst vzorníku č. 2. lípy srdčité lípy srdčité vyrovnaný Korfovou růstovou funkcí, lokalita Šmeral VII.

Analýza vzorníku č. 3. - dub červený (*Quercus rubra*)

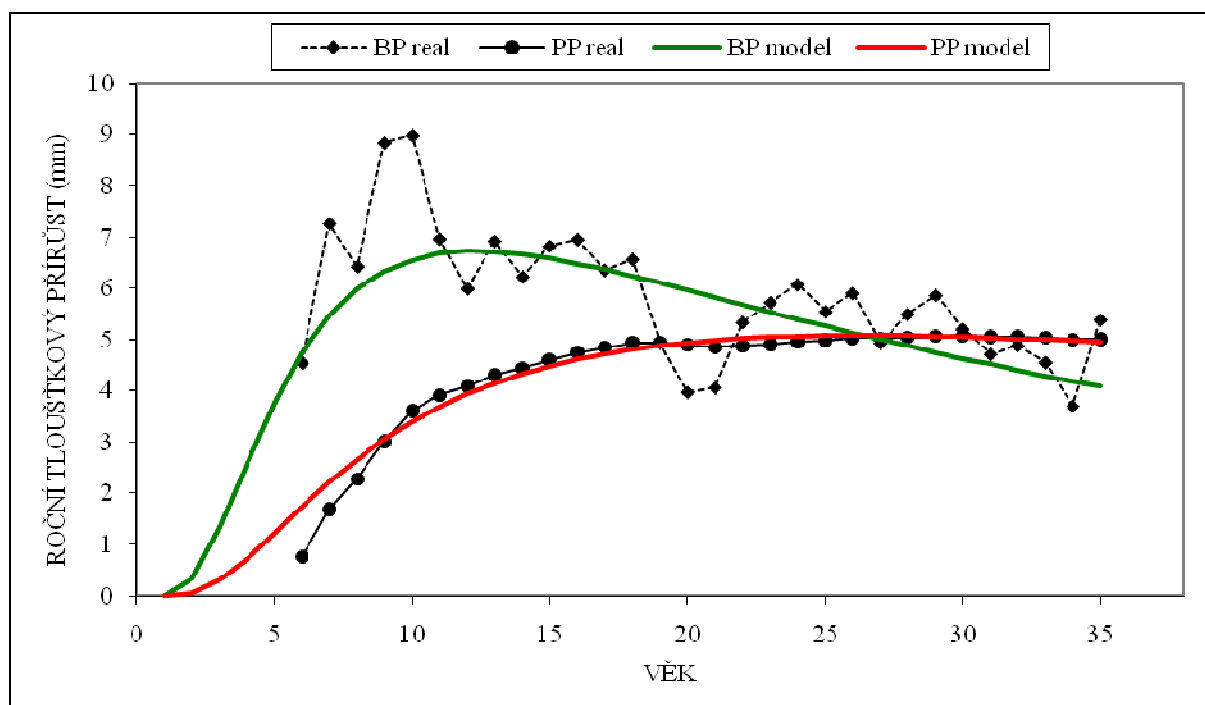
Na bázi vzorníku bylo determinováno celkem 35 letokruhů, předpokládané stáří dřeviny je odhadováno na 38 let. Vzorník byl vybrán měřením 26 jedinců s průměrnými parametry - průměr $d_{1,3}$ 20,1 cm a výška 20m.

Průběh tloušťkového růstu dubu červeného ve výčetní výši je znázorněn na obr. č. 29. Počáteční vyšší přírůst dosahuje svého maxima v roce 1982, potom přírůst pokračuje s nepatrným sestupným trendem, ve kterém se výrazněji projevila přírůstová deprese v letech 1992-1994.

Na obr. č.30. lze spatřit kulminaci běžného tloušťkového přírůstu ve 12 letech po výsadbě a průměrný tloušťkový přírůst dosahuje svého maxima ve 26 letech po výsadbě.



Obr. č. 29. Běžný (BTP) a průměrný (PTP) tloušťkový přírůst a vývoj výčetní tloušťky vzorníku č. 3. dubu červeného, lokalita Šmeral VII.

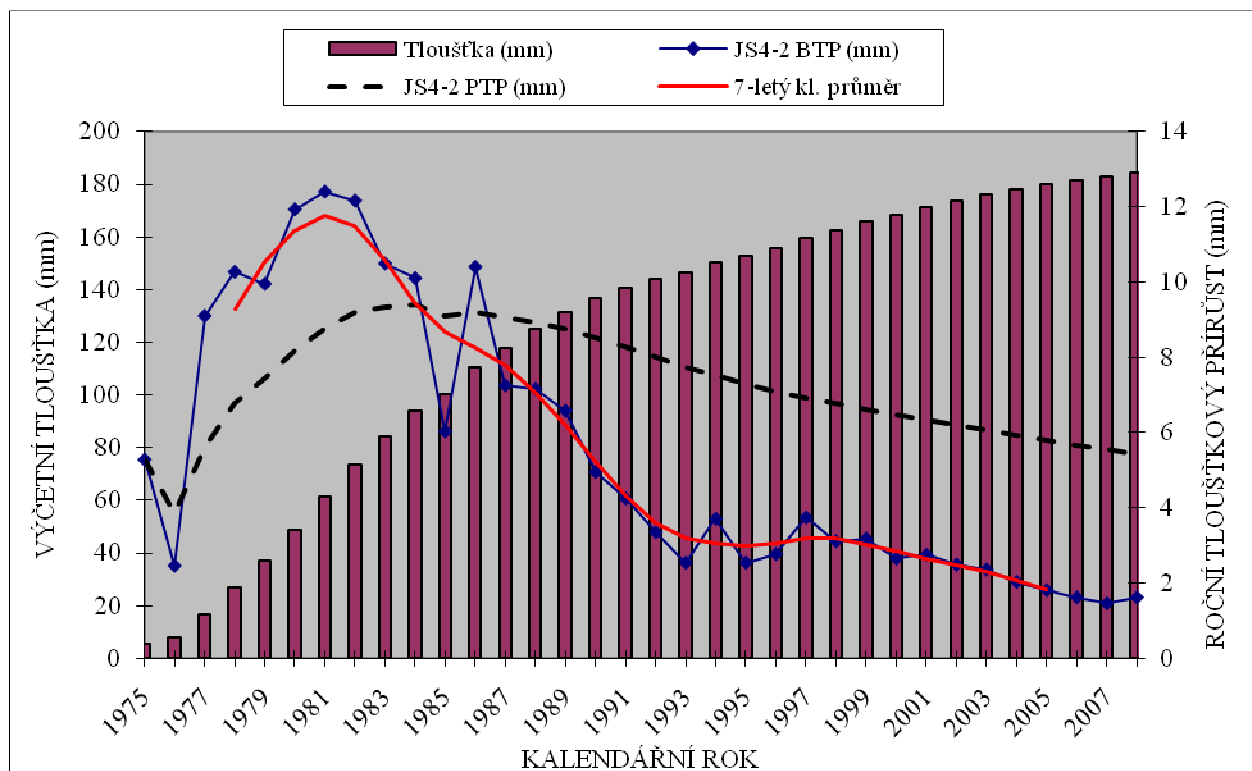


Obr. č. 30. Běžný a průměrný tloušťkový přírůst vzorníku č. 3. dubu červeného vyrovnaný Korfovou růstovou funkcí, lokalita Šmeral VII.

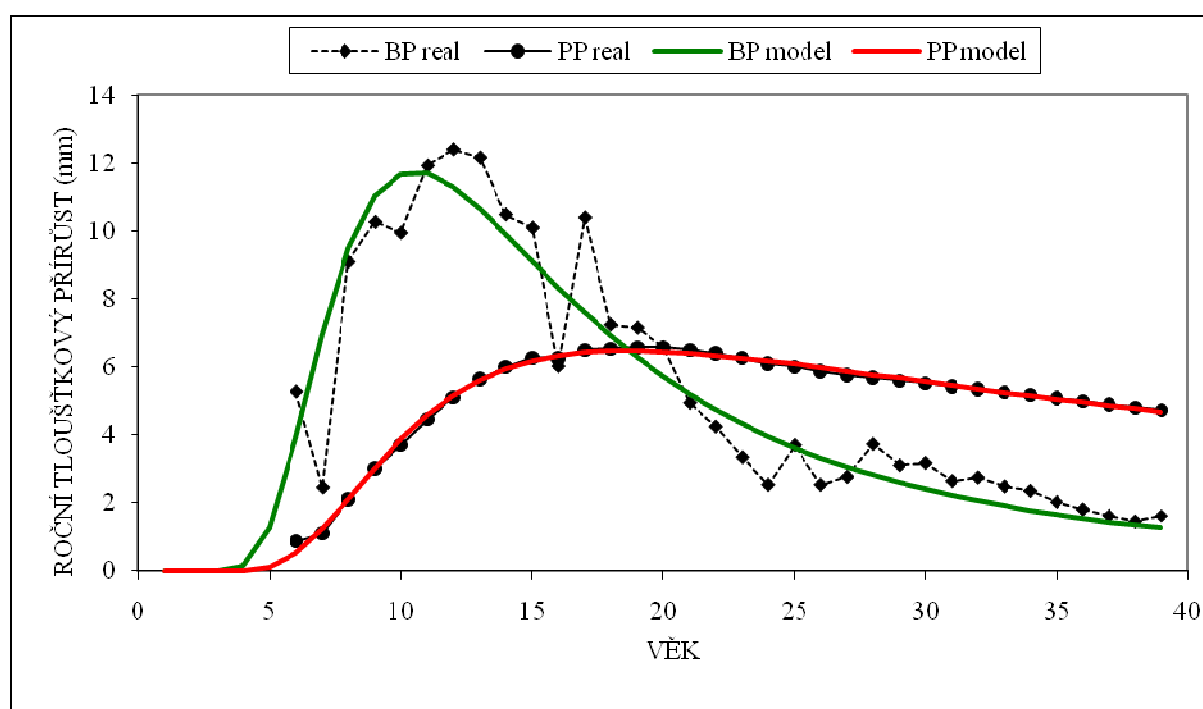
Analýza vzorníku č. 4. – jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*)

Na vzorníku bylo odečteno 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 18m.

Průběh tloušťkového růstu na bázi je znázorněn na obr. č. 31. Tloušťkový přírůst je v prvních letech velmi dynamický s dosažením maxima v roce 1982. V roce 1976 a 1985 se projevila výrazná přírůstová deprese vlivem nepříznivých klimatických podmínek. Následuje poměrně velké snížení přírůstu. Od roku 1993 zůstává poměrně vyrovnaný na hodnotě 2 mm. Běžný přírůst, tj. aktuální rychlost růstu, kulminoval již v 11 letech po výsadbě a průměrný tloušťkový přírůst dosáhla svého maxima 19 letech od výsadby, obr.č. 32.



Obr. č. 31. Běžný (BTP) a průměrný (PTP) tloušťkový přírůst a vývoj výčetní tloušťky vzorníku č. 4. jasanu ztepilého, lokalita Šmeral VII.

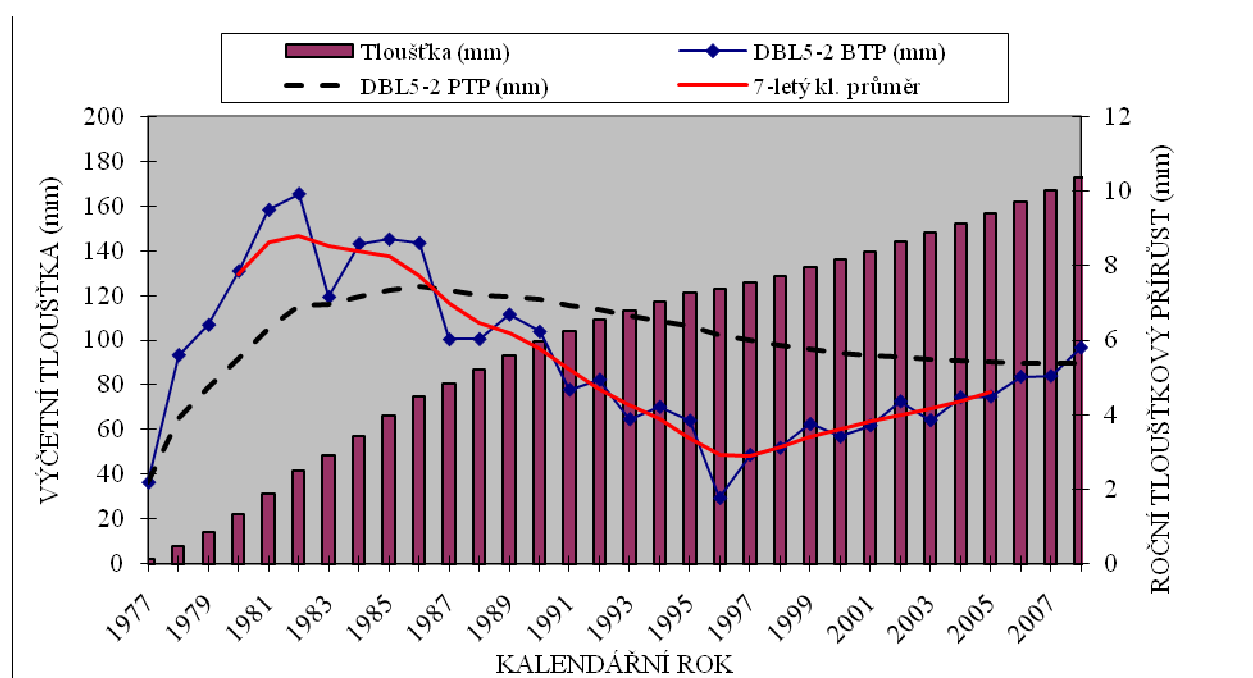


Obr. č. 32. Běžný a průměrný tloušťkový přírůst vzorníku č. 4. jasanu ztepilého vyrovnaný Korfovou růstovou funkcí, lokalita Šmeral VII.

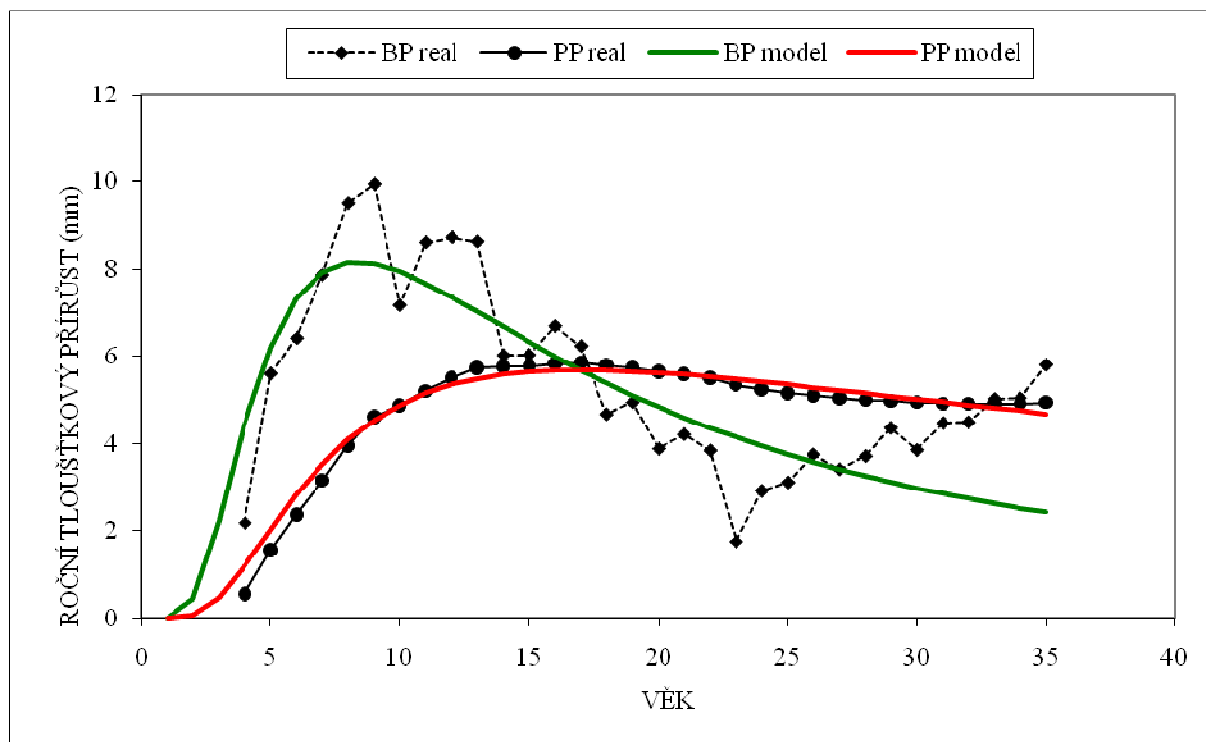
Analýza vzorníku č. 5. - dub letní (*Quercus robur*)

Na bazální části vzorníku bylo odečteno celkem 34 letokruhů, stáří dřeviny je odhadováno na 38 let. V mládí byla tvorba pravidelných letokruhů narušena okusem zvěře. Poškození plně zarostlo po 5-ti letech, je viditelné pouze na bazálním kotouči. Vzorník byl vybrán měřením 27 jedinců s průměrnými parametry - průměr $d_{1,3}$ 21,4 cm a výška 19 m.

Průběh tloušťkového růstu ve výčetní výši je znázorněn na obr. č.33. Tloušťkový přírůst se v prvních letech nápadně zvyšuje a dosahuje maxima v roce 1982. Od roku 1985 dochází k postupnému snižování přírůstů, které je zakončeno dosažením minima v roce 1996. Následně začíná přírůst opět postupně stoupat bez výrazných meziročních fluktuací. Pokles přírůstu probíhající po několik let (dobře viditelný při proložení přírůstové křivky 7-letým klouzavým průměrem) lze vysvětlit konkurenčním působením ostatních dřevin v porostu, po roce 1996 se dostává na světlo. Běžný přírůst, tj. aktuální rychlost růstu, kulminoval již v 8. roce po výsadbě a průměrný tloušťkový přírůst dosáhl svého maxima v 17 letech od výsadby, obr. č. 34.



Obr. č. 33. Běžný (BTP) a průměrný (PTP) tloušťkový přírůst a vývoj výčetní tloušťky vzorníku č. 5. dubu letního, lokalita Šmeral VII.

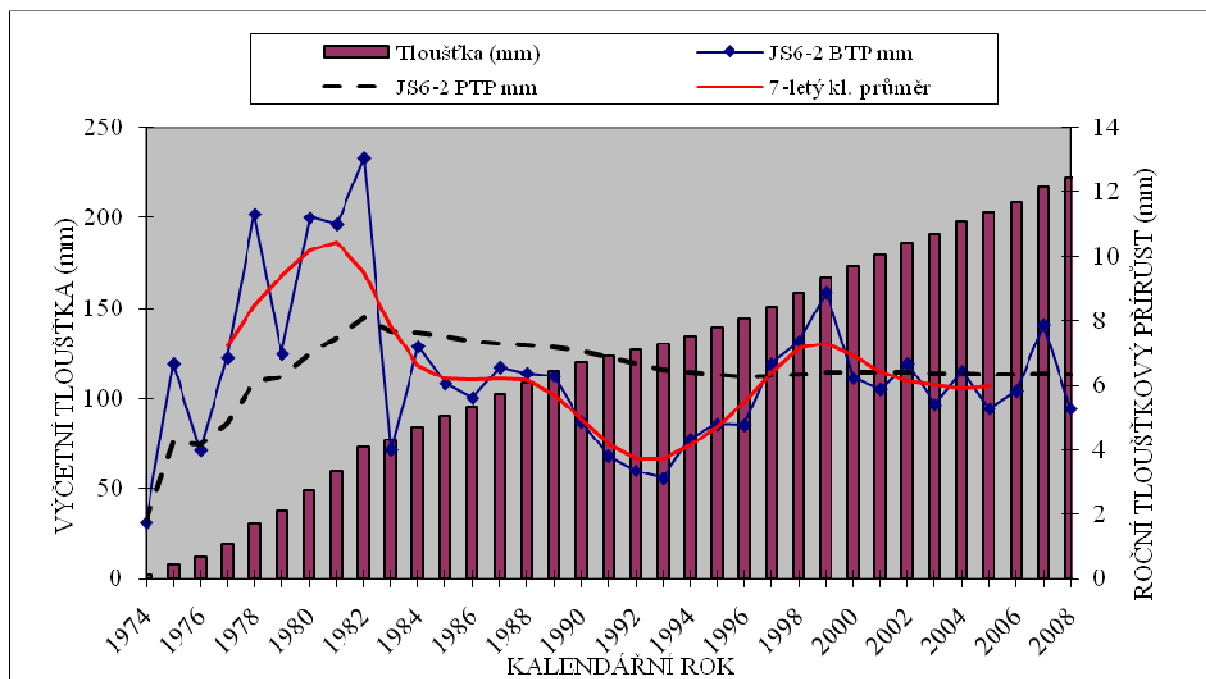


Obr. č. 34. Běžný a průměrný tloušťkový přírůst vzorníku č. 5. dubu letního vyrovnaný Korfovou růstovou funkcí, lokalita Šmeral VII.

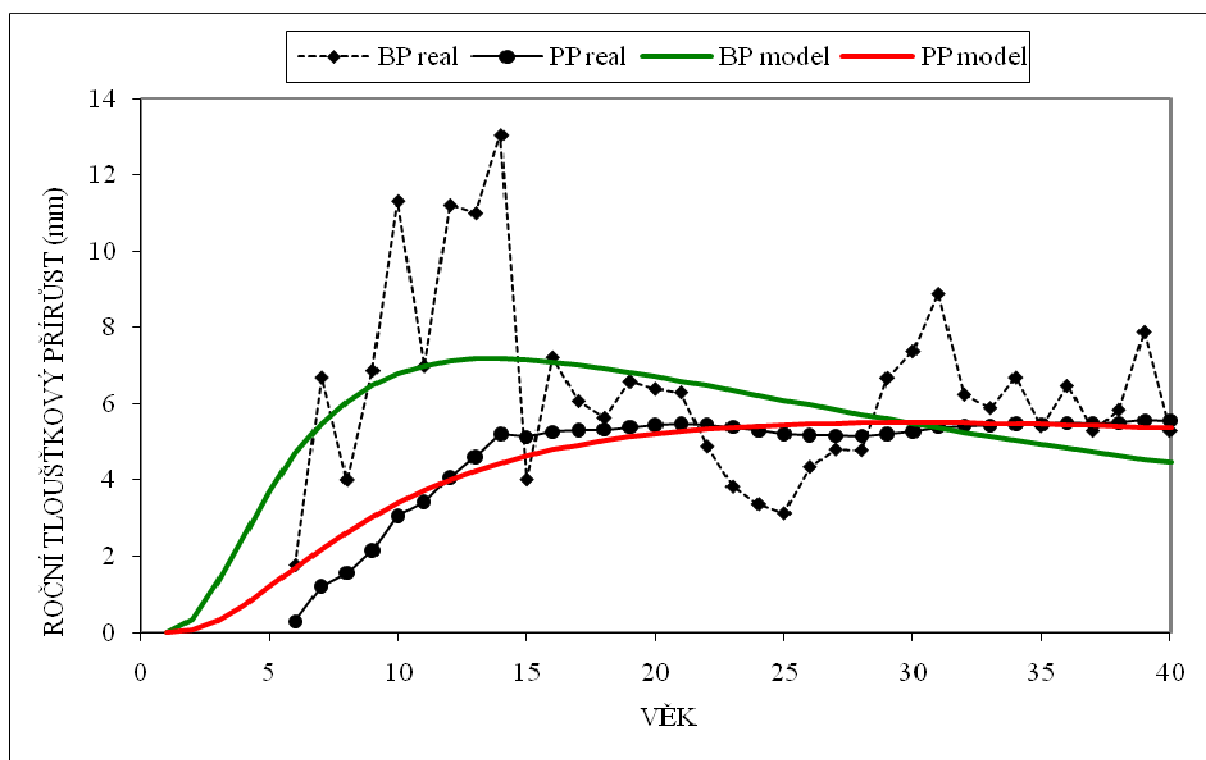
Analýza vzorníku č. 6. – jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*)

Na bazálním kotouči vzorníku bylo spočítáno celkem 39 letokruhů, stáří dřeviny je odhadováno na 40 let. Vzorník byl vybrán měřením 30 jedinců s průměrnými parametry - průměr $d_{1,3}$ 23,8 cm a výška 18,3 m.

Průběh tloušťkového růstu ve výčetní výši je znázorněn na obr. č. 35. V počáteční fázi se projevil pokles přírůstu v roce 1976 vlivem nepříznivých klimatických podmínek (extrémní sucho). Následuje dynamický vývoj přírůstu s dosažením maxima v roce 1982. V následujícím roce dochází k rapidnímu snížení přírůstu, které je vysvětlitelné biotickým poškozením dřeviny. Následuje dlouhodobější přírůstová deprese (dobře patrná proložení přírůstové křivky 7-letým klouzavým průměrem) s dosaženým minimem v roce 1993. Od tohoto roku začíná přírust postupně stoupat a v závěru se ustaluje na průměrné hodnotě kolem 6 mm ročně. Běžný přírust, tj. aktuální rychlost růstu, kulminoval již ve 14 letech po výsadbě a průměrný tloušťkový přírust dosáhl svého maxima až ve 30 letech od výsadbě, obr. č. 36.



Obr. č. 35. Běžný (BTP) a průměrný (PTP) tloušťkový přírůst a vývoj výčetní tloušťky vzorníku č.6. jasanu ztepilého, lokalita Šmeral VII.



Obr. č. 36. Běžný a průměrný tloušťkový přírůst vzorníku č. 6. jasanu ztepilého vyrovnaný Korfovou růstovou funkcí, lokalita Šmeral VII.

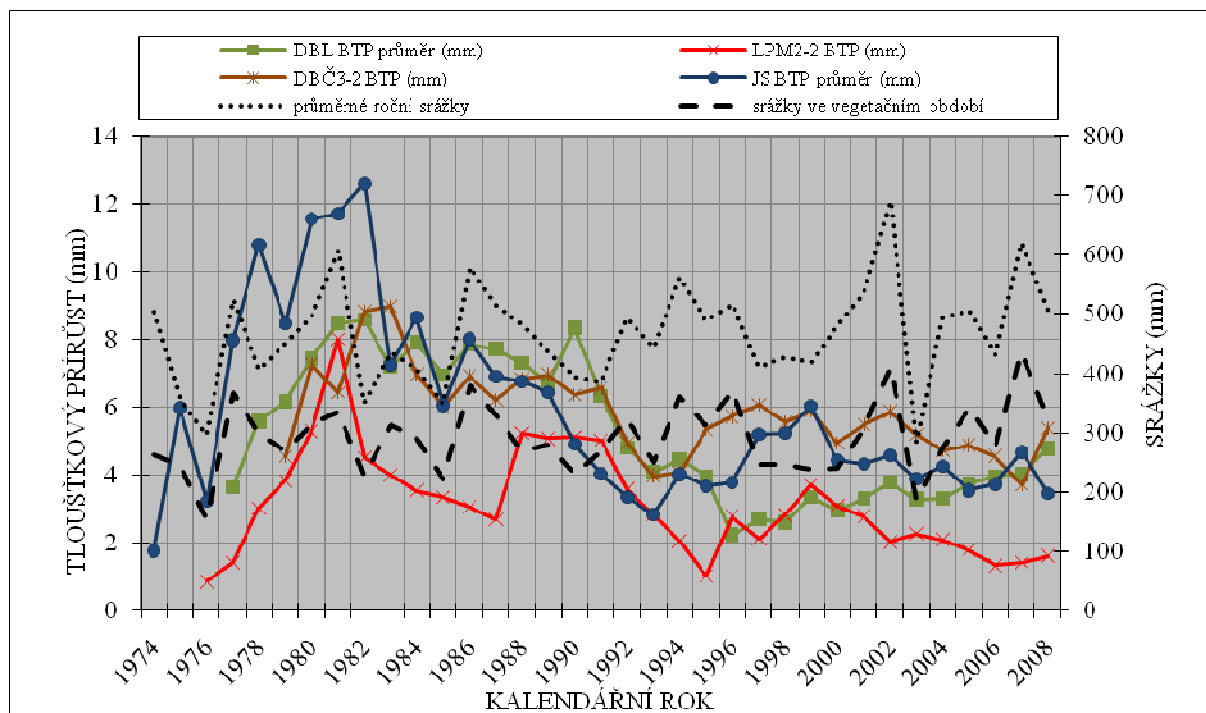
Vzájemné srovnání všech vzorníků na výsypce Šmeral VII.

Na výsypce Šmeral VII. bylo založeno celkem 6 zkusných ploch s následujícím druhovým spektrem – dub letní 2 plochy, jasan ztepilý 2 plochy, dub červený 1 plocha a lípa srdčitá 1 plocha. Z každé byl odebrán jeden vzorník. Průběh růstu na dvojicích vzorníků jednoho druhu (jasanu a dubu letního) byl porovnáván mezi sebou. Dva jedinci dubu letního (č. 1 a č. 5 $r = 0,65$) vykazují mezi sebou větší podobnost růstu než dva jedinci jasanu ztepilého (č. 1 a č. 5 $r = 0,59$). Vzájemným porovnáním byly omezeny individuální růstové projevy, způsobené konkurencí.

Při srovnání běžných přírůstů zkoumaných vzorníků (obr.č. 37.) je především v mládí 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 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. Lípa má odlišnou životní strategii, od srovnávaných dřevin se liší v míře tolerance zástínu.

U žádného ze zkoumaných druhů dřevin na tomto stanovišti nebyla objevena korelace mezi přírůstem a úhrnem celoročních či vegetačních srážek, a to ani při rozdělení růstu na dvě fáze (juvenilní – adultní), korelační koeficienty se pohybují kolem 0. Dále byla použita korelační analýza srážkově podprůměrných let a podprůměrných ročních přírůstů. Významně se shoda projevila pouze u jasanu v 61%. U ostatních dřevin nebyla shoda tak významná – dub letní 51%, lípa srdčitá 50%, dub červený 46% případů. Viditelně se u jasanu projevila přírůstová deprese v srážkově extrémním roce 1976 (roční úhrn srážek 297,2 mm a vegetační úhrn srážek 155,7 mm). U jasanu, dubu červeného a dubu letního se výrazně projevil ještě rok 1985, kdy vegetační srážky dosáhly pouze hodnoty 222,2 mm. Lípa srdčitá na pokles srážkového úhrnu v tomto roce nereagovala, přírůst byl na obdobné výši jako v minulém a následujícím roce. Mezi roky 2002-2003 jsou velké rozdíly v úhrnu srážek (680,9 mm a 283,9mm), vyšší přírůst 2002 a pokles přírůstu 2003 se projevil u jasanu, dubu červeného a dubu letního. Lípa reagovala opačně.

Nejvyšší průměrný roční přírůst měl na výsypce Šmeral VII. dub červený a jasan ztepilý (5,84 mm a 5,83 mm), následoval dub letní (5,24mm), nejnižší byl u lípy srdčité (3,13 mm). Nejvyrovnanější přírůst měl dub červený ($\sigma = 1,24$ a var. koef. 0,21) následován dubem letním ($\sigma = 2,00$ a var. koef. 0,38), nejméně vyrovnaný přírůst měl jasan ($\sigma = 2,68$ a var. koef. 0,46) a lípa srdčitá ($\sigma = 1,53$ a var. koef. 0,49).



Obr. č. 37. Porovnání běžného tloušťkového přírůstu jednotlivých vzorníků s průměrnými ročními srážkami a srážkami ve vegetačním období, lokalita Šmeral VII.

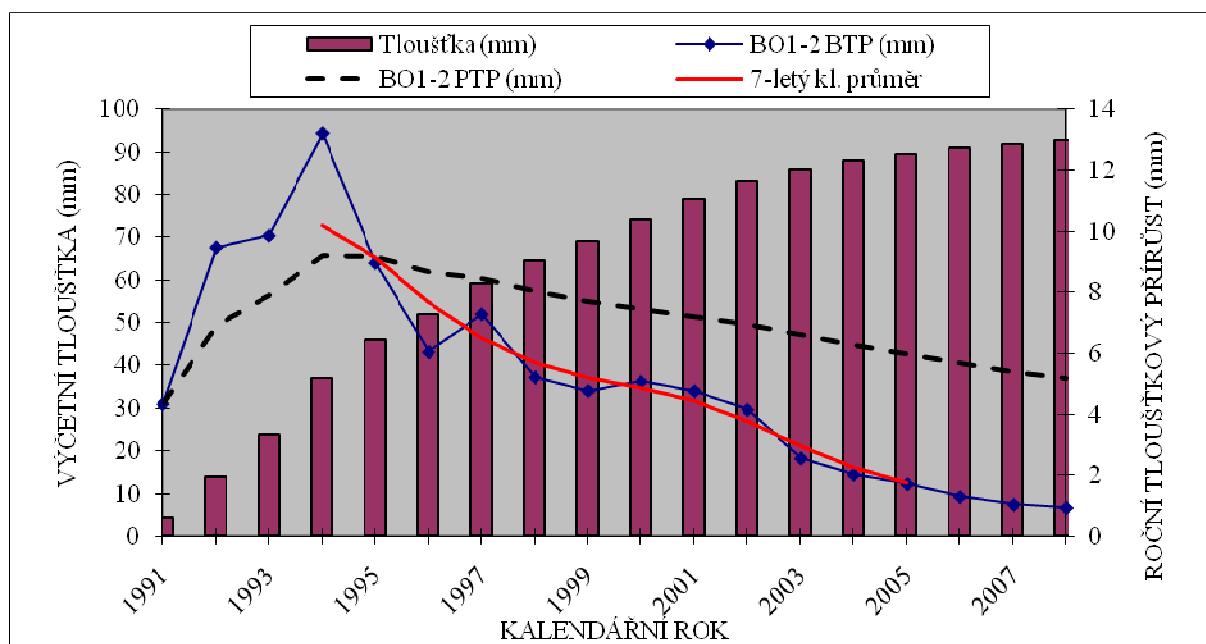
7.3 Střimice

Analýza vzorníku č. 1. – borovice lesní (*Pinus sylvestris*)

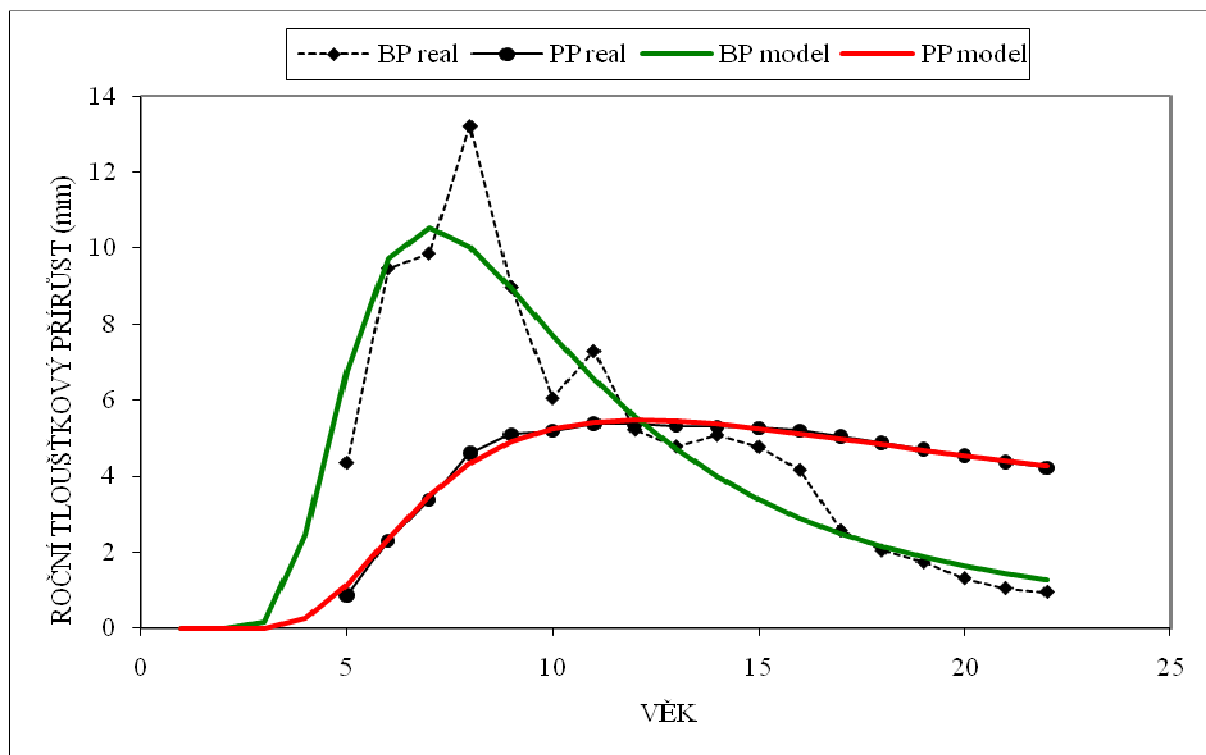
Na bazálním kotouči vzorníku bylo spočítáno celkem 22 letokruhů, stáří dřeviny je odhadováno na 25 let. Vzorník byl vybrán měřeními 293 jedinců s průměrnými parametry - průměr $d_{1,3}$ 10,2 cm a výška 9,1 m.

Průběh tloušťkového růstu ve výčetní výši je znázorněn na obr. č. 38. V prvních letech přírůst rychle stoupá a po dosažení maxima v roce 1994 je patrný postupný pokles, který se ustaluje na velmi nízké hodnotě (kolem 1 mm ročně).

Běžný přírůst kulminoval již v 7 letech po výsadbě a průměrný tloušťkový přírůst dosáhl svého maxima v 12 letech od výsadby, obr. č. 39.



Obr. č. 38: Běžný (BTP) a průměrný (PTP) tloušťkový přírůst a vývoj výčetní tloušťky vzorníku č. 1. borovice lesní, lokalita Střimice exp. plocha.



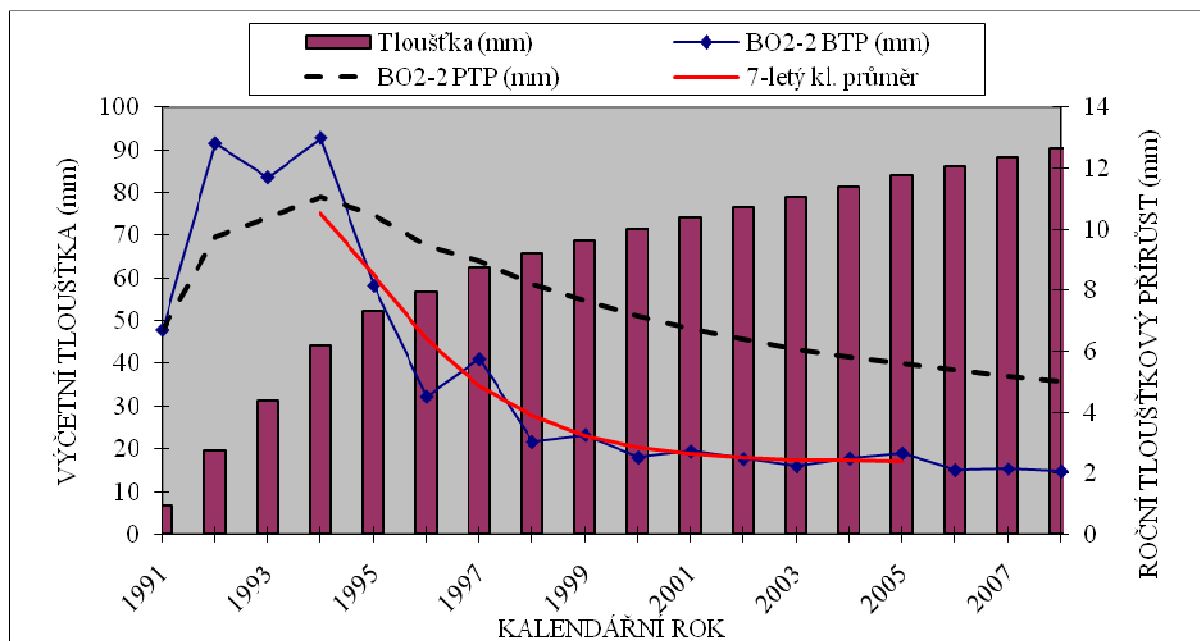
Obr. č. 39. Běžný a průměrný tloušťkový přírůst vzorníku č. 1. borovice lesní vyrovnaný Korfovou růstovou funkcí, lokalita Střimice exp. plocha.

Analýza vzorníku č. 2. – borovice lesní (*Pinus sylvestris*)

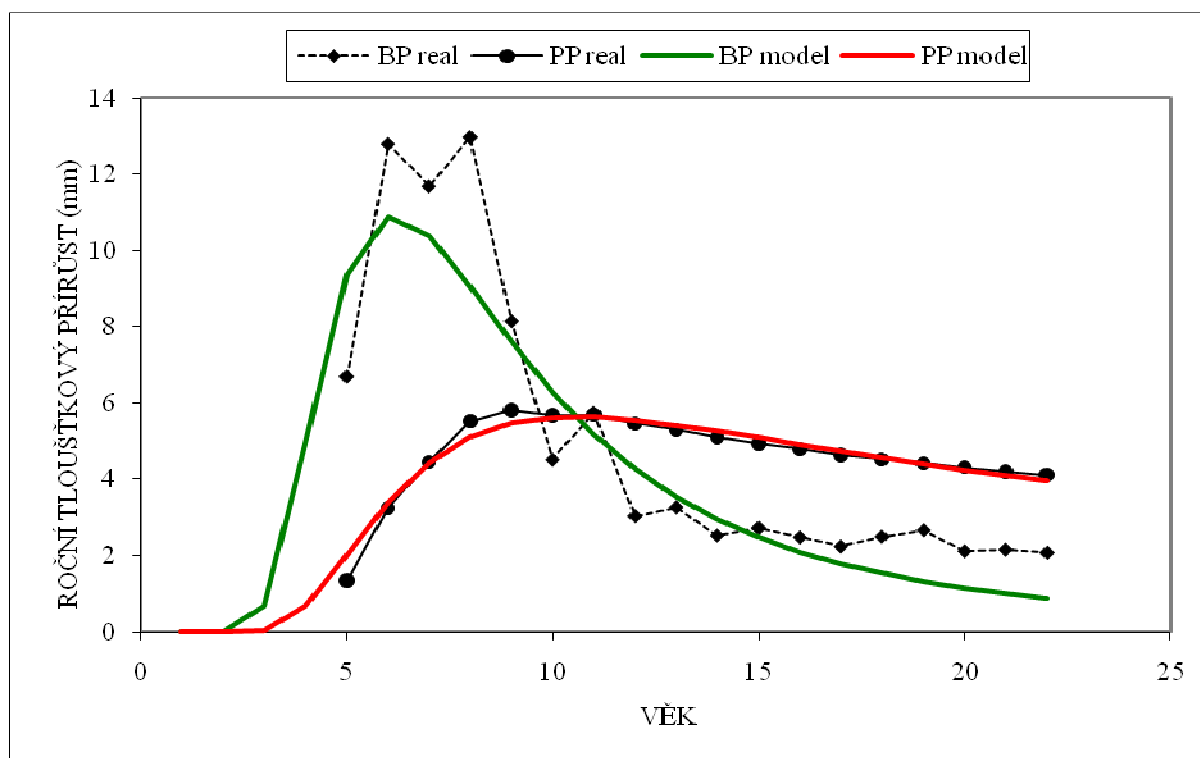
Na bazálním kotouči vzorníku bylo spočítáno celkem 22 letokruhů, předpokládané stáří dřeviny je 25 let. Vzorník byl vybrán měřením 293 jedinců s průměrnými parametry - průměr $d_{1,3}$ 10,2 cm a výška 10 m.

Průběh tloušťkového růstu ve výčetní výši je znázorněn na obr. č. 40. Po zvýšeném přírůstu v prvních letech s maximem v roce 1994 byl zaznamenán postupný pokles, který se ustaluje na hodnotě 2 mm ročně.

Běžný přírůst kulminoval již v 6 letech po výsadbě a průměrný tloušťkový přírůst dosáhl svého maxima v 11 letech od výsadby, obr. č. 41.



Obr. č. 40. Běžný (BTP) a průměrný (PTP) tloušťkový přírůst a vývoj výčetní tloušťky vzorníku č. 2. borovice lesní, lokalita Střimice exp. plocha.

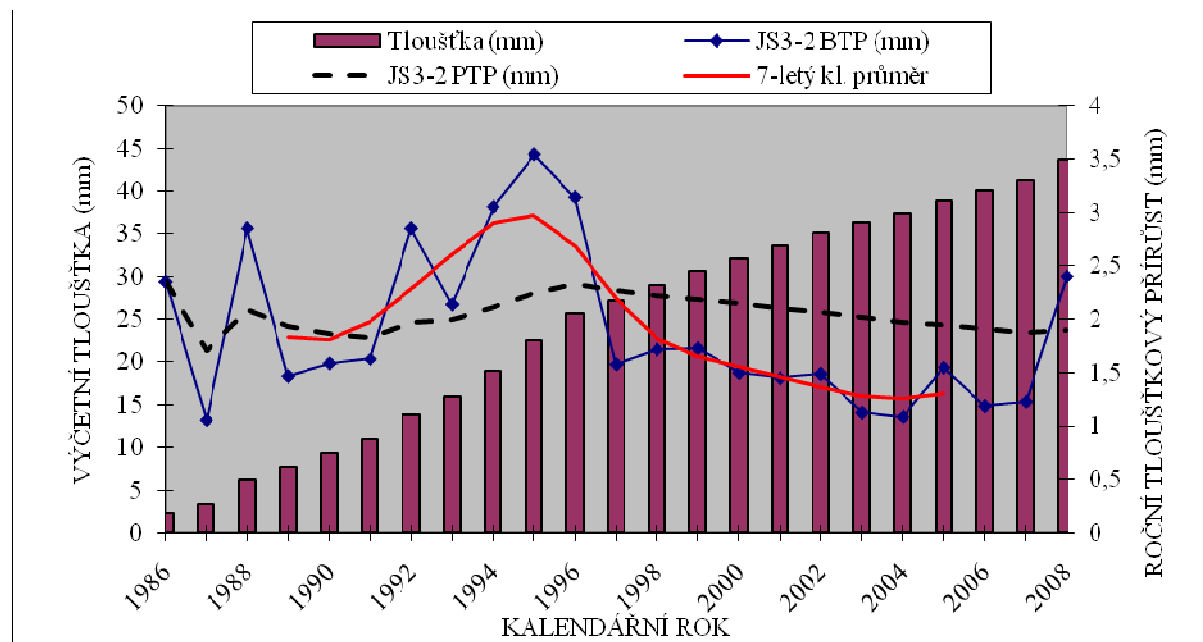


Obr. č. 41 Běžný a průměrný tloušťkový přírůst vzorníku č. 2. borovice lesní vyrovnaný Korfovou růstovou funkcí, lokalita Střimice exp. plocha.

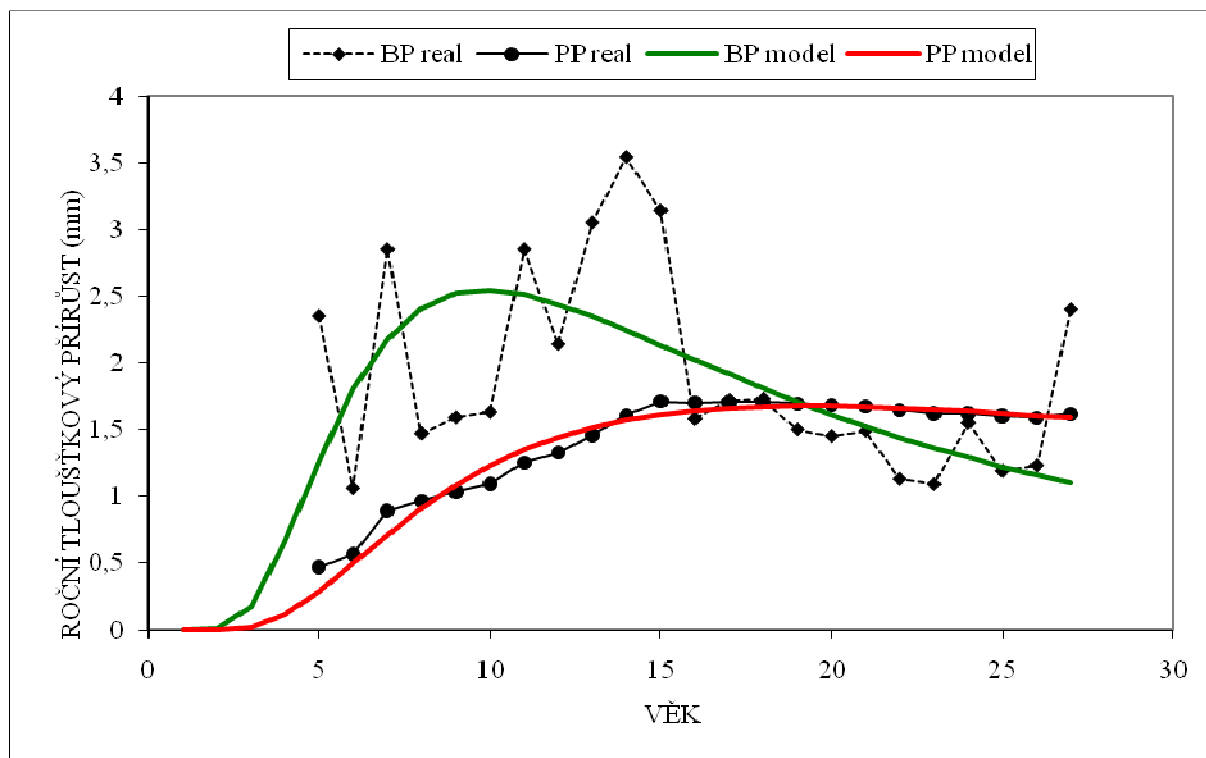
Analýza vzorníku č. 3. – jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*)

Na bazálním kotouči vzorníku bylo spočítáno celkem 27 letokruhů, stáří dřeviny je odhadováno na 30 let. Vzorník byl vybrán měřením 319 jedinců s průměrnými parametry - průměr $d_{1,3}$ 4,9 cm a výška 6,7 m.

Průběh tloušťkového růstu ve výčetní výši je znázorněn na obr. č. 42. Hodnota přírůstu se pohybuje na velmi nízké úrovni. V prvních letech je patrný vzestup přírůstu, který je ovšem přerušován několika výraznými depresiemi. Maximální přírůst byl dosažen v roce 1995, po kterém přichází snížení a ustálení přírůstu na hodnotě pohybující se kolem 1,5 mm ročně. V posledním roce je vidět vzrůstající trend. Běžný přírůst kulminoval v 10 letech po výsadbě a průměrný tloušťkový přírůst dosáhl svého maxima v 19 letech od výsadbě, obr. č. 43.



Obr. č. 42 Běžný (BTP) a průměrný (PTP) tloušťkový přírůst a vývoj výčetní tloušťky vzorníku č. 3. jasanu ztepilého, lokalita Střimice exp. plocha.

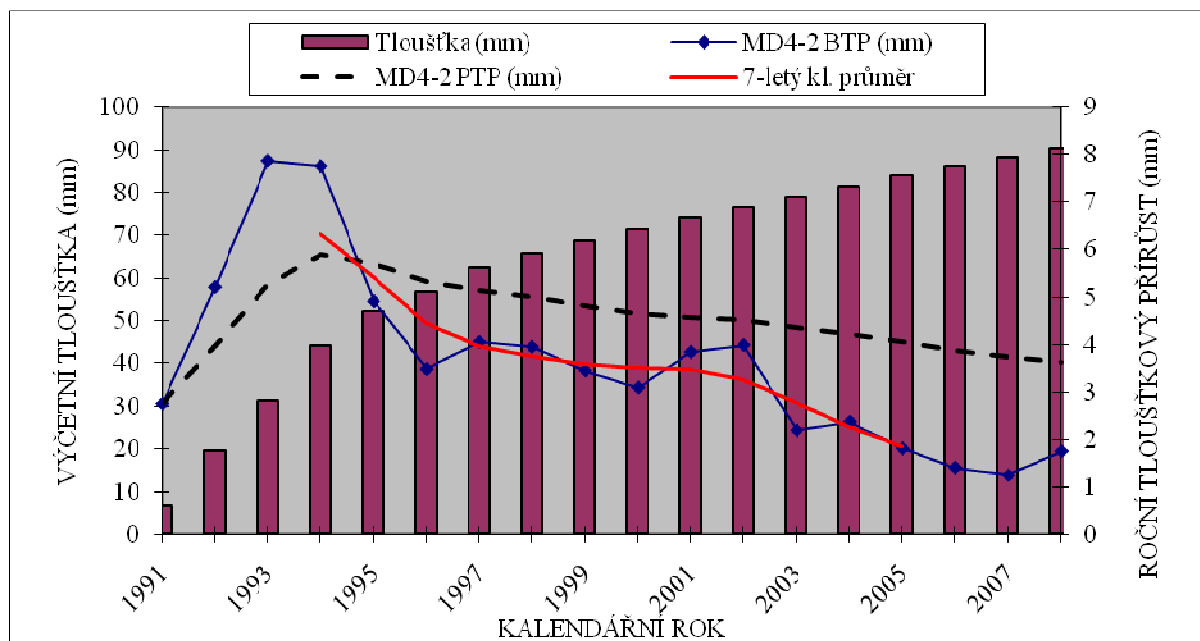


Obr. č. 43 Běžný a průměrný tloušťkový přírůst vzorníku č. 3. jasanu ztepilého vyrovnaný Korfovou růstovou funkcí, lokalita Střimice exp. plocha.

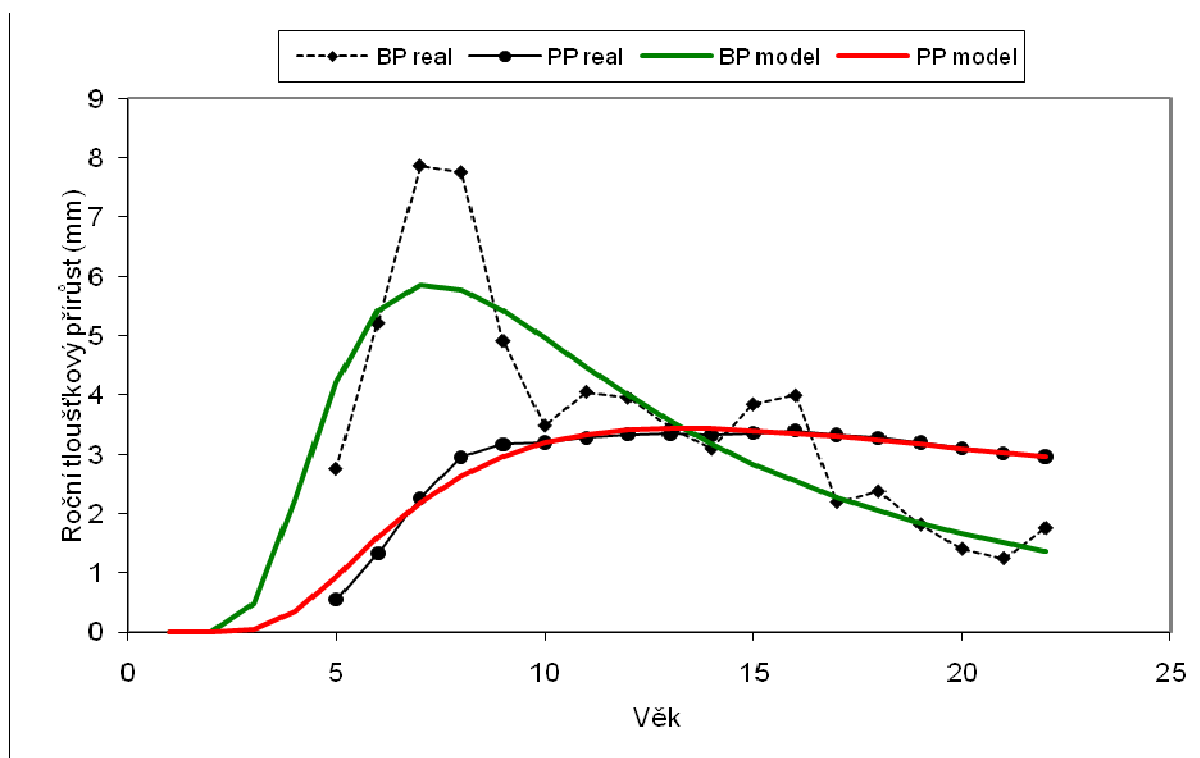
Analýza vzorníku č. 4. – modřín opadavý (*Larix decidua*)

Na bazálním kotouči vzorníku bylo spočítáno celkem 22 letokruhů, stáří dřeviny je odhadováno na 25 let. Vzorník byl vybrán měřením 161 jedinců s průměrnými parametry - průměr $d_{1,3}$ 7,3 cm a výška 10,1 m.

Průběh tloušťkového růstu ve výčetní výši je znázorněn na obr. č. 44. Rychlé dosažení maxima v prvních letech růstu (v roce 1993) je vystřídáno postupným snižováním přírůstu. Minimum je dosaženo v roce 2007. V posledním roce začíná přírůst opět stoupat. Běžný přírůst kulminoval již v 7 letech po výsadbě a průměrný tloušťkový přírůst dosáhl svého maxima v 13 letech od výsadby, obr. č. 45.



Obr. č. 44. Běžný (BTP) a průměrný (PTP) tloušťkový přírůst a vývoj výčetní tloušťky vzorníku č. 4. modřínu opadavého, lokalita Střimice exp. plocha.



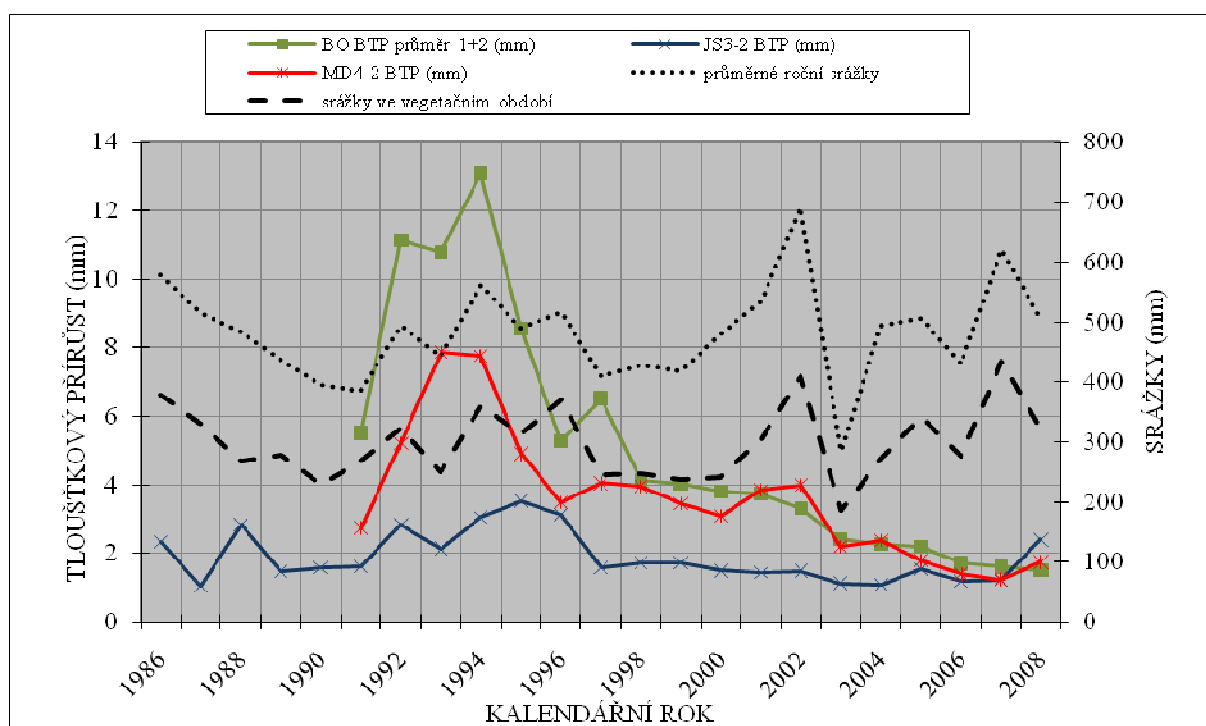
Obr. č. 45 Běžný a průměrný tloušťkový přírůst vzorníku č. 4. modřínu opadavého vyrovnaný Korfovou růstovou funkcí, lokalita Střimice exp. plocha.

Vzájemné srovnání všech vzorníků na výsypce Střimice - exp. plocha.

Na výsypce Střimice – exp. plocha byly založeny 3 zkusné plochy s dřevinami borovice lesní, modřín opadavý a jasan ztepilý. Na ploše borovice lesní byly odebrány dva vzorníky a následně zprůměrovány, u ostatních dřevin byl odebrán jeden vzorník. Průběh růstu 2 vzorníků borovice lesní byl podroben korelační analýze, vykazují vysokou míru podobnosti (č. 1 a č. 2 $r = 0,9$).

Srovnáním letokruhových křivek (obr. č. 46.) u všech dřevin je patrný obdobný průběh přírůstu, především mezi borovicí a modřínem (vysoký korelační koeficient $r = 0,91$). U žádného ze zkoumaných druhů dřevin na tomto stanovišti nebyla objevena korelace mezi přírůstem a úhrnem celoročních či vegetačních srážek. Pokles přírůstu byl zaznamenán u modřínu a borovice lesní ve srážkově vysoce podprůměrném roce 2003.

Nejvyšší průměrný roční přírůst na výsypce Střimice - exp. plocha má borovice lesní (5,02 mm), následuje modřín opadavý (3,62 mm) a extrémně nízký je u jasanu ztepilého (1,90 mm). Nejvyrovnanější přírůst měl jasan ($\sigma = 0,72$ a var. koef. 0,38) následován modřínem ($\sigma = 1,85$ a var. koef. 0,52), nejméně vyrovnaný přírůst měla borovice lesní ($\sigma = 3,73$ a var. koef. 0,74).



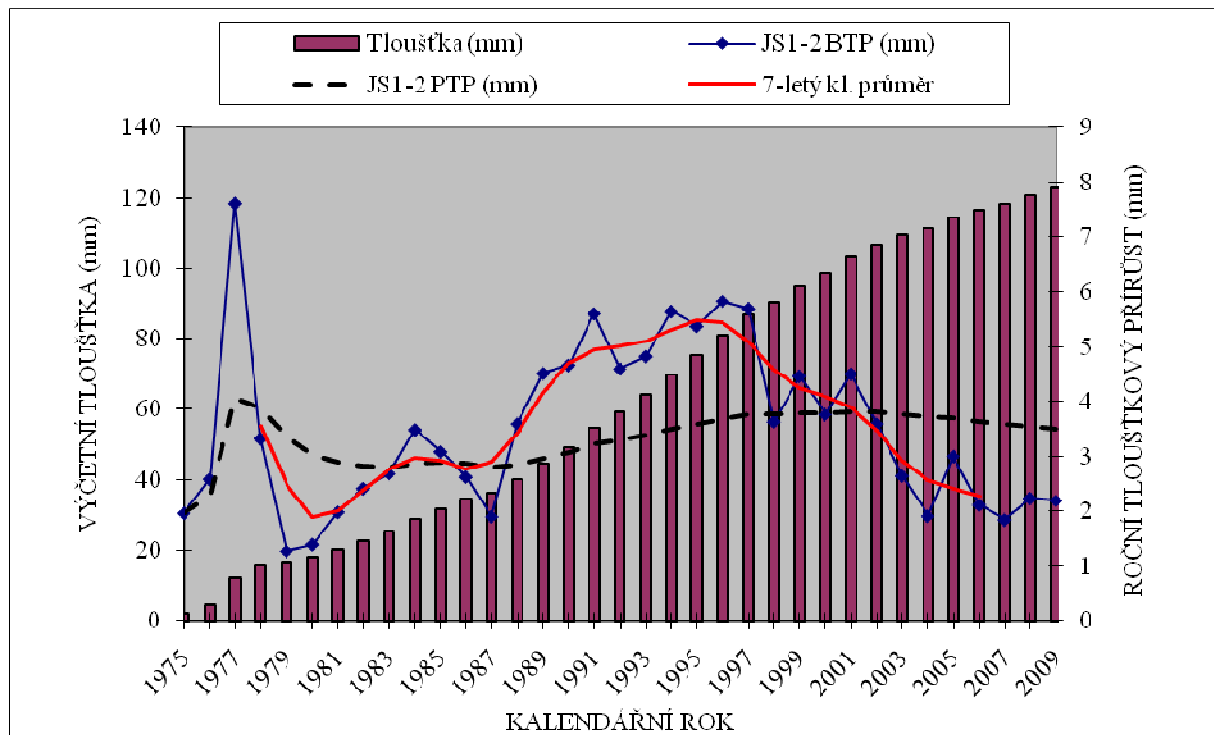
Obr. č. 46 Porovnání běžného tloušťkového přírůstu jednotlivých vzorníků s průměrnými ročními srážkami a srážkami ve vegetačním období, lokalita Střimice exp. plocha.

7.4 Vetrák

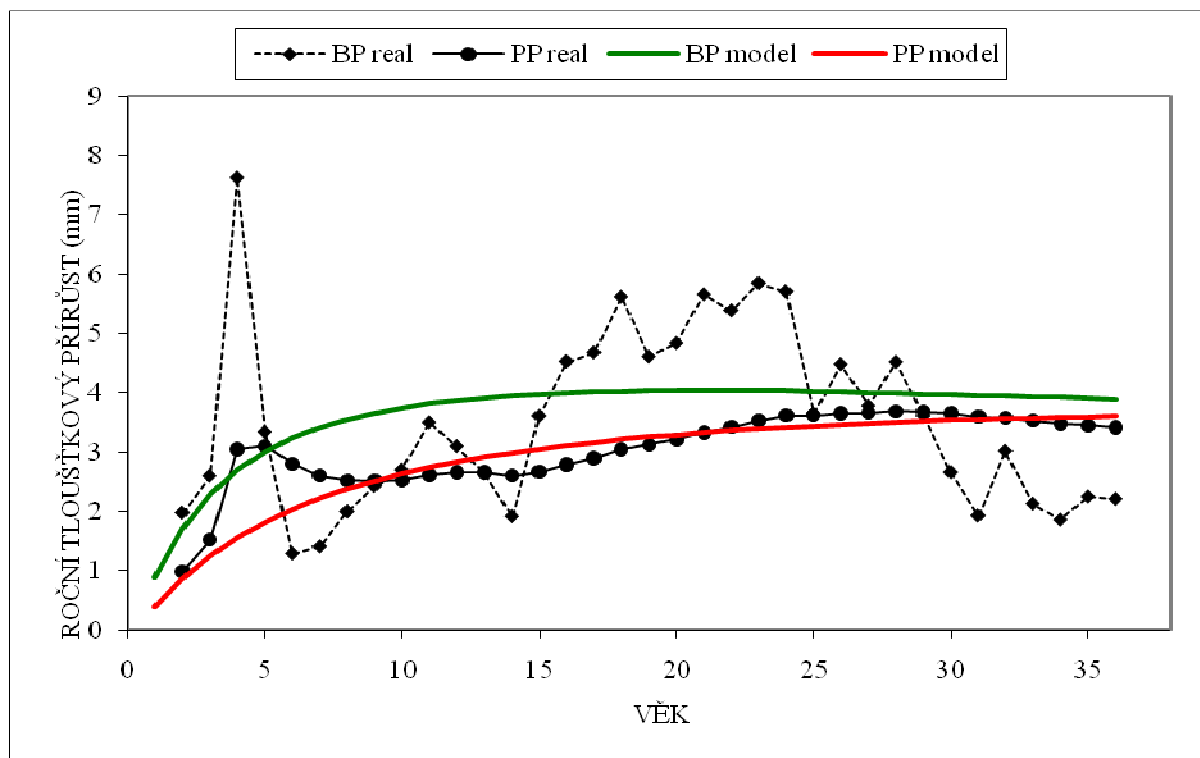
Analýza vzorníku č. 1. – jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*)

Na bazálním kotouči vzorníku bylo spočítáno celkem 36 letokruhů, předpokládané stáří dřeviny je 40 let. Vzorník byl vybrán měřením 92 jedinců s průměrnými parametry - průměr $d_{1,3}$ 11,4 cm a výška 16 m.

Průběh tloušťkového růstu ve výčetní výši je znázorněn na obr. č.47. Průběh přírůstu vzorníku jasanu ztepilého č. 1. je atypický - vysoký počáteční přírůst vrcholící maximem v roce 1977 je přerušen nápadnou depresí v letech 1981-1982. Dále je na křivce 7-letého klouzavého průměru dobře patrné zvýšení přírůstu ve střednědobém horizontu vrcholící v roce 1996. Od tohoto roku přírůst opět klesá. Běžný přírůst kulminoval až v 21 letech po výsadbě a průměrný tloušťkový ještě nedosáhl svého maxima (prozatím kulminuje ve 36 letech), obr. č. 48.



Obr. č. 47. Běžný (BTP) a průměrný (PTP) tloušťkový přírůst a vývoj výčetní tloušťky vzorníku č. 1. jasanu ztepilého, lokalita Vetrák.

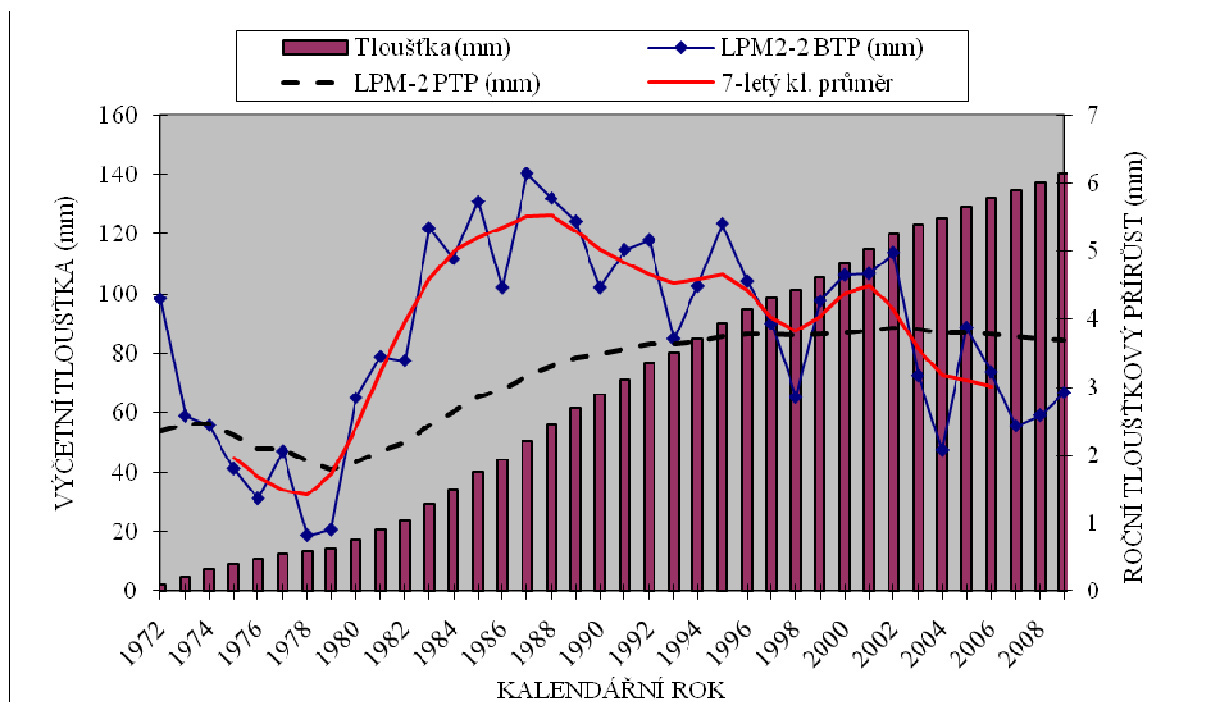


Obr. č. 48. Běžný a průměrný tloušťkový přírůst vzorníku č. 1. jasanu ztepilého vyrovnaný Korfovou růstovou funkcí, lokalita Větrák.

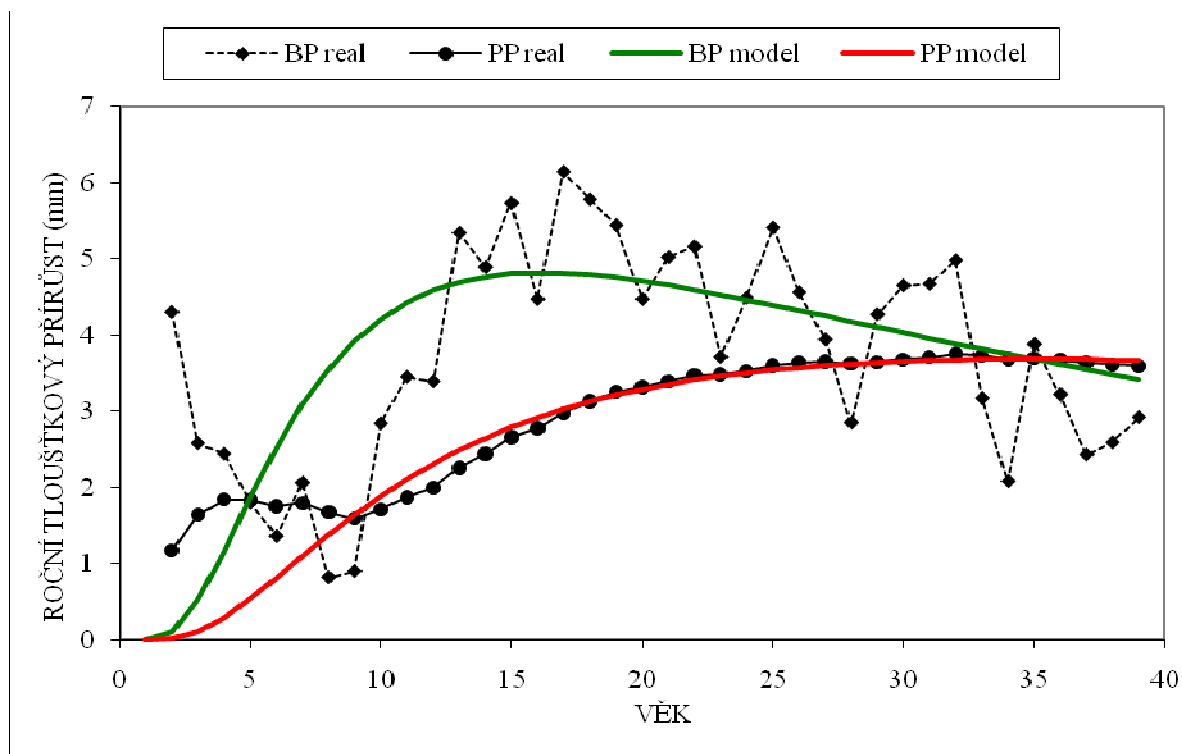
Analýza vzorníku č. 2. - lípa srdčitá (*Tilia cordata*)

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 35 jedinců s průměrnými parametry - průměr $d_{1,3}$ 17,4 cm a výška 15,5m.

Průběh tloušťkového růstu ve výčetní výši je znázorněn na obr. č. 49. Na průběhu přírůstu můžeme sledovat nápadnou depresi v juvenilním stádiu dřeviny v letech 1976-1979, která je dobře identifikovatelná na křivce 7-letého klouzavého průměru. V tomto období je dosaženo minimálního přírůstu. Dále je dobře patrné období poměrně rychlého zvyšování přírůstu v letech 1980-1988, ve střednědobém horizontu vrcholící v roce 1996 maximem. Následuje silně rozkolísaný přírůst se sestupnou tendencí. Běžný přírůst kulminoval v 16 letech po výsadbě a průměrný tloušťkový přírůst dosáhl svého maxima až ve 37 letech od výsadbě, obr. č. 50.



Obr. č. 49. Běžný (BTP) a průměrný (PTP) tloušťkový přírůst a vývoj výčetní tloušťky vzorníku č. 2. lípy srdčité, lokalita Větrák.



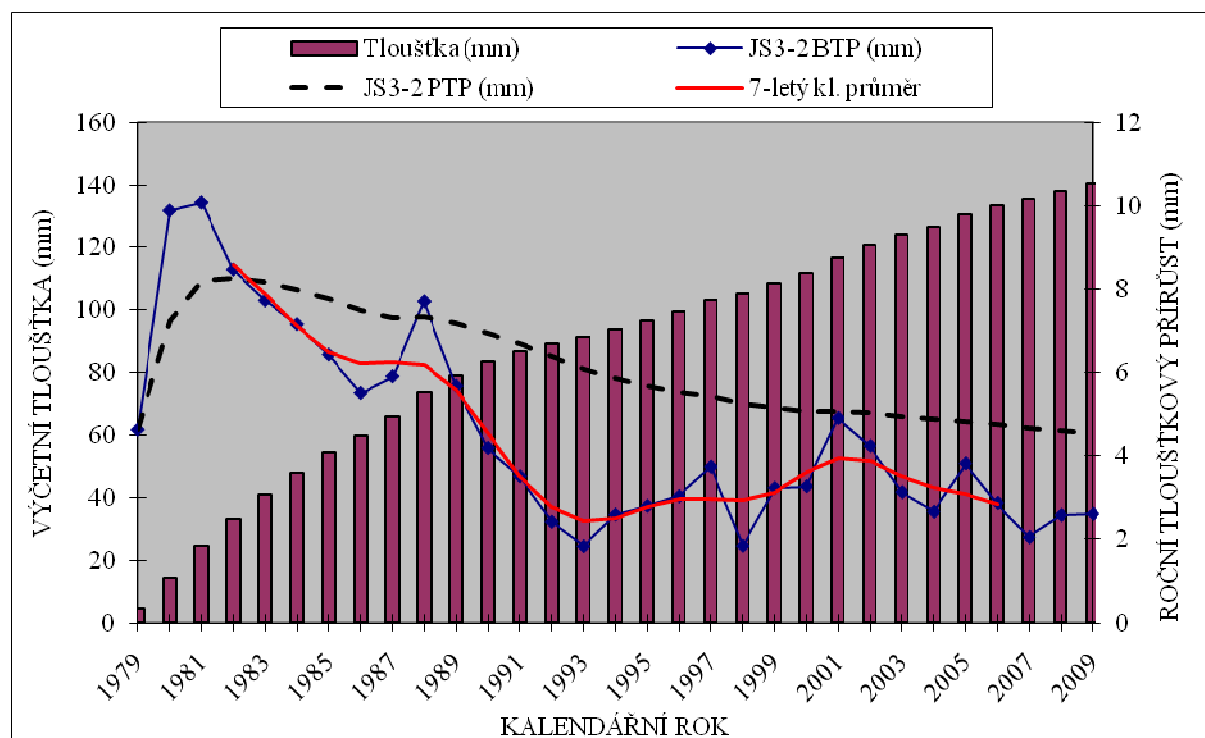
Obr. č. 50: Běžný a průměrný tloušťkový přírůst vzorníku č. 2. lípy srdčité vyrovnaný Korfovou růstovou funkcí, lokalita Větrák.

Analýza vzorníku č. 3. – jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*)

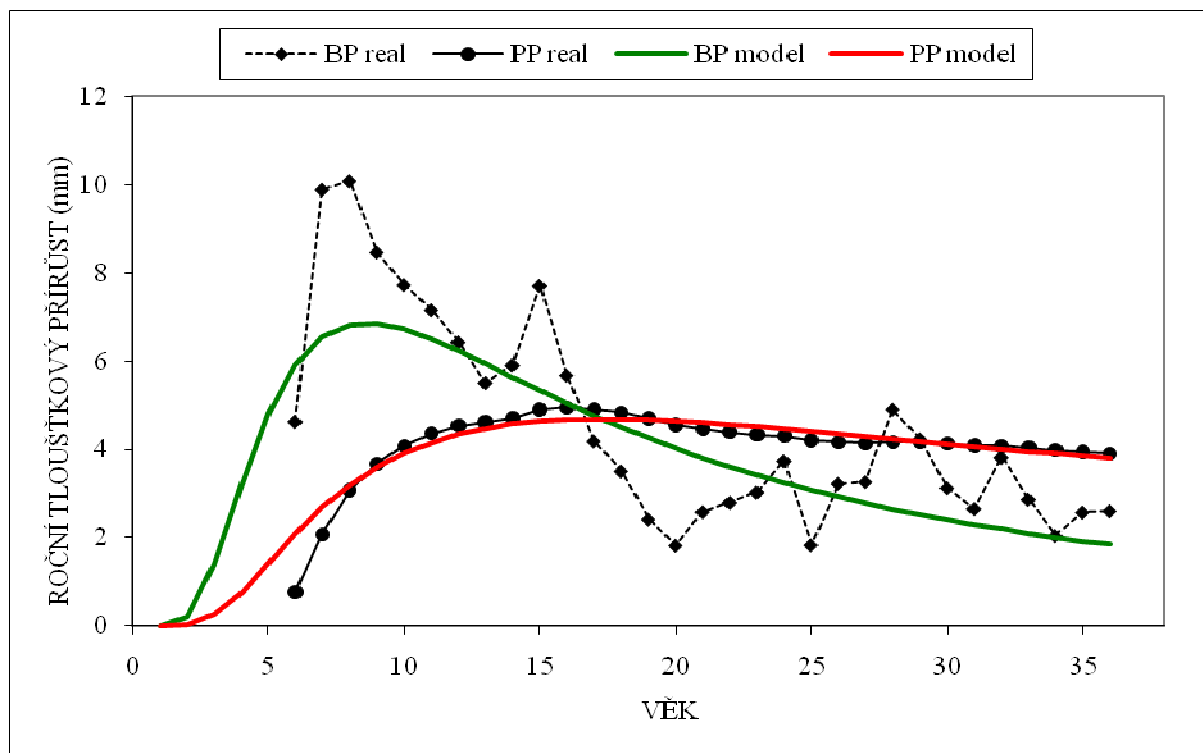
Na bazálním kotouči vzorníku bylo spočítáno celkem 36 letokruhů, stáří dřeviny je odhadováno na 40 let. Vzorník byl vybrán měřením 57 jedinců s průměrnými parametry - průměr $d_{1,3}$ 13,4 cm a výška 17 m.

Průběh tloušťkového růstu ve výčetní výši je znázorněn na obr. č. 51. Tloušťkový růst vzorníku jasanu č.3 je charakteristický vysokým přírůstem v mládí, kdy je záhy dosažena maximální hodnota běžného tloušťkového přírůstu – rok 1981. Následuje snižování přírůstu, které je v letech 1987-1989 přerušeno a končí minimem v roce 1993. Od roku 1993 je patrná vyšší fluktuace přírůstu, který se v průměru pohybuje kolem hodnoty 3 mm za rok.

Běžný přírůst kulminoval v 9 letech po výsadbě a průměrný tloušťkový přírůst dosáhl svého maxima až v 17 letech od výsadby, obr. č. 52.



Obr. č. 51. Běžný (BTP) a průměrný (PTP) tloušťkový přírůst a vývoj výčetní tloušťky vzorníku č. 3. jasanu ztepilého, lokalita Větrák.



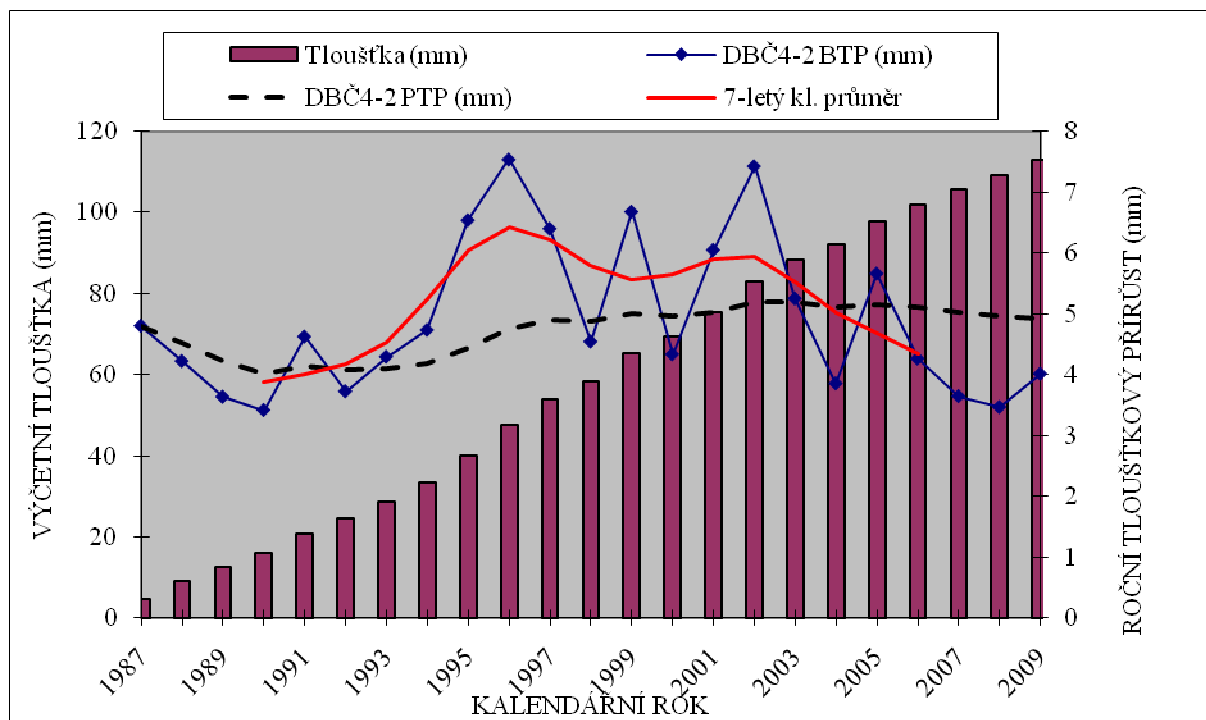
Obr. č. 52. Běžný a průměrný tloušťkový přírůst vzorníku č. 3. jasanu ztepilého vyrovnaný Korfovou růstovou funkcí, lokalita Větrák.

Analýza vzorníku č. 4. – dub červený (*Quercus rubra*)

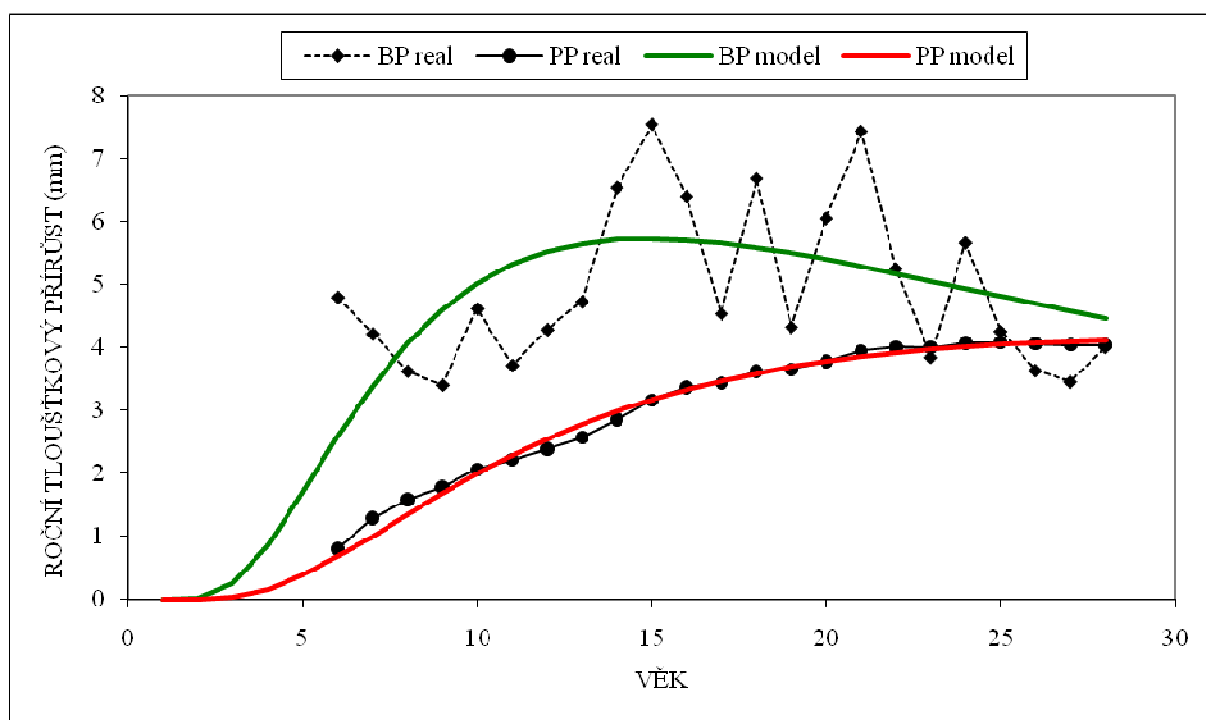
Na bazálním kotouči vzorníku bylo spočítáno celkem 28 letokruhů, předpokládané stáří dřeviny je 35 let. Vzorník byl vybrán měřením 91 jedinců s průměrnými parametry - průměr $d_{1,3}$ 12,2 cm a výška 16 m.

Průběh tloušťkového růstu ve výčetní výši je znázorněn na obr. č. 53. Tloušťkový růst vzorníku začíná sestupem, v porovnání s ostatními dřevinami se však pohybuje na relativně vysokých hodnotách. Po 4 letech začíná průměrný přírůst stoupat. V roce 1996 dosahuje svého maxima. Následuje atypické snížení přírůstu v letech 1998 a 2000 a náhlé zvýšení v roce 1999 (vytvoření „W“ signatury). Výrazná meziroční fluktuace přichází v období, kdy u většiny dřevin dochází k degeneraci přírůstu. Kulminace přírůstu je posunuta. Pro osvětlení tohoto výkyvu byli v porostu dubu červeného odebráni další tři jedinci z nadúrovně (pro maximální omezení vlivu konkurence) s vyššími průměrovými parametry. Podobnost vývoje přírůstu byla zjišťována korelační analýzou růstových parametrů vzorníku a průměrného přírůstu všech tří náhodně vybraných jedinců ze stejného porostu. Korelační koeficient je poměrně vysoký ($r = 0,77$), což dokazuje i shodný průběh křivek na obrázku č. 55. Výrazné výkyvy („W“ signatury) přírůstu se projeví na všech odebraných kontrolních jedincích.

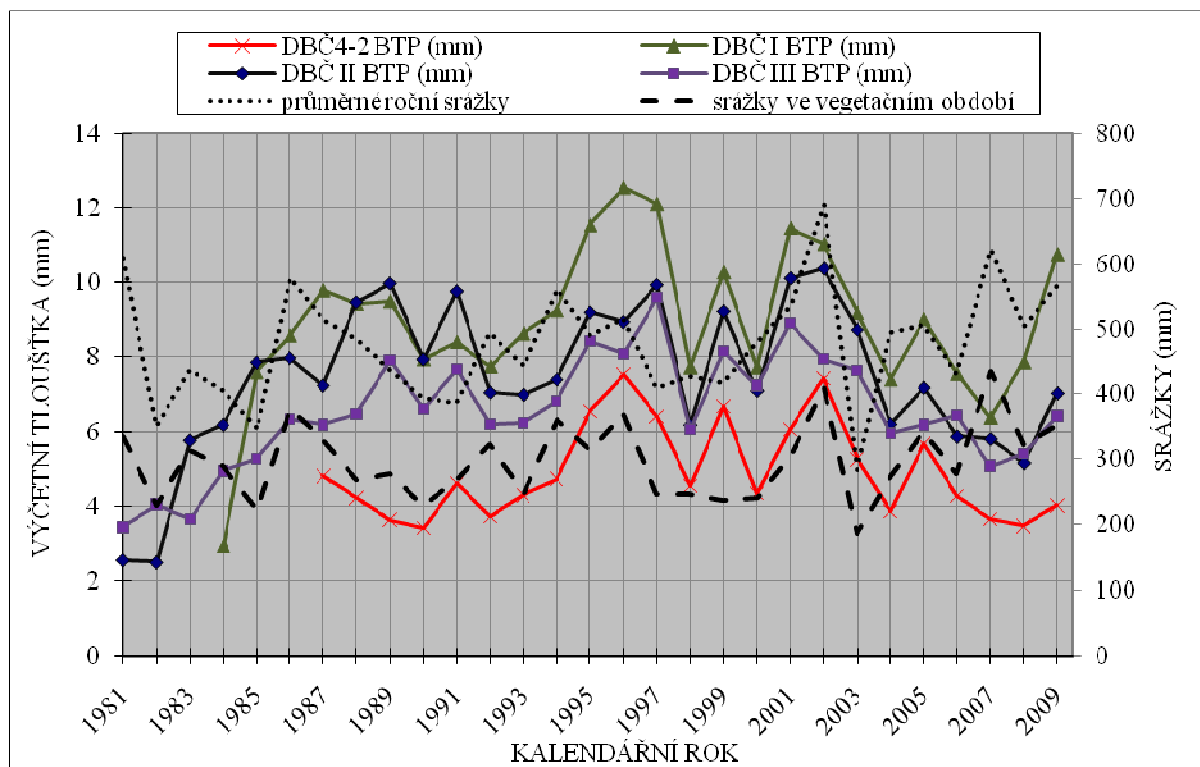
Běžný přírůst kulminoval v 15 letech po výsadbě a průměrný tloušťkový přírůst ještě nedosáhl svého maxima, nejvyšší byl v roce pokácení vzorníku - 28 let od výsadby, obr. č. 54.



Obr. č. 53. Běžný (BTP) a průměrný (PTP) tloušťkový přírůst a vývoj výčetní tloušťky vzorníku č. 4. dubu červeného, lokalita Větrák.



Obr. č. 54. Běžný a průměrný tloušťkový přírůst vzorníku č. 4. dubu červeného vyrovnaný Korfovou růstovou funkcí, lokalita Větrák.



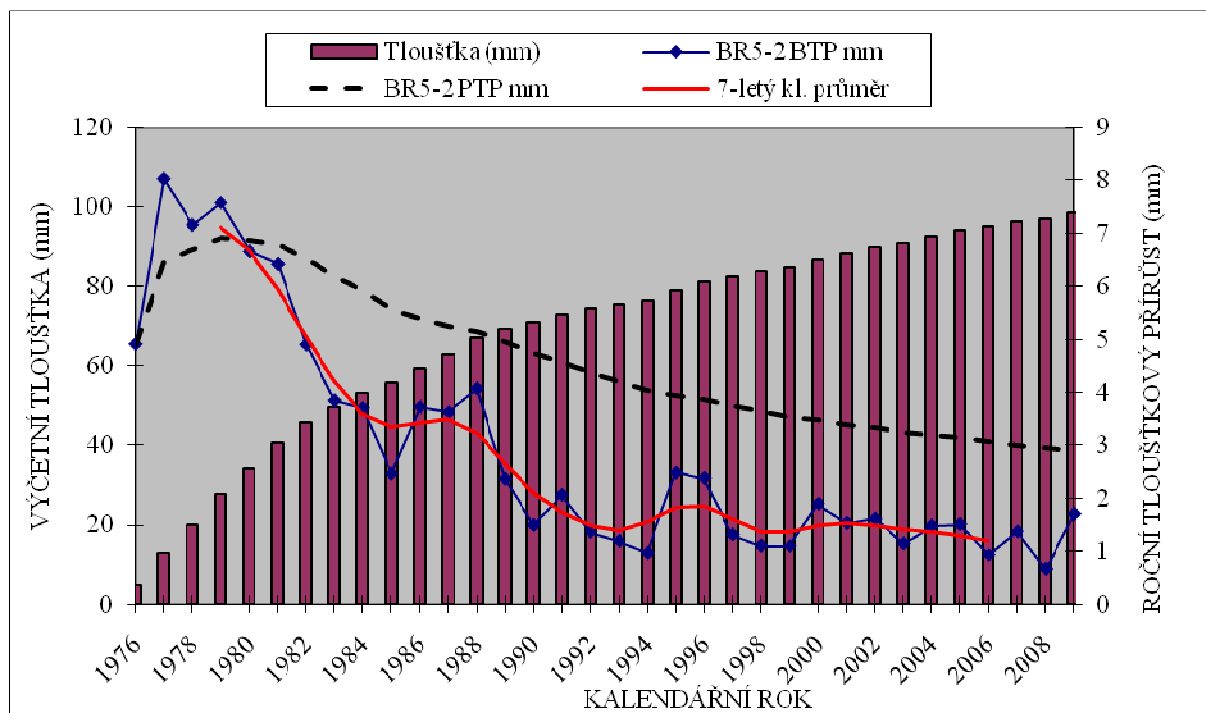
Obr. č. 55. Porovnání vývoje běžného tloušťkového přírůstu vzorníku č. 4. dubu červeného s kontrolními třemi stromy ze stejného porostu a průběhem průměrných ročních srážek a srážek ve vegetačním období, lokalita Větrák.

Analýza vzorníku č. 5. – bříza bělokorá (*Betula pendula*)

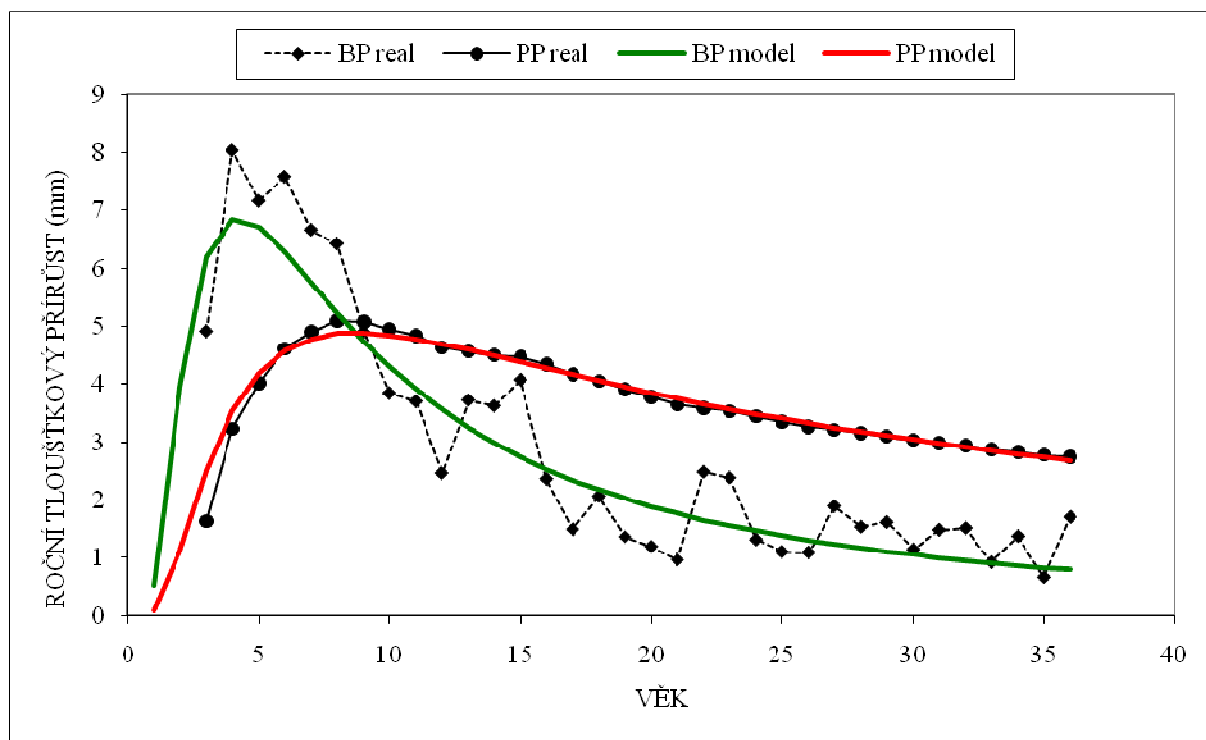
Na bazálním kotouči vzorníku bylo spočítáno celkem 36 letokruhů, stáří dřeviny je odhadováno na 40 let. Vzorník byl vybrán měřením 89 jedinců s průměrnými parametry - průměr $d_{1,3}$ 12,2 cm a výška 17 m.

Průběh tloušťkového růstu ve výčetní výši je znázorněn na obr. č. 56. Vývoj tloušťkového přírůstu vzorníku břízy bělokoré plně odpovídá charakteru růstu pionýrských dřevin. Tedy počáteční vysoký přírůst s brzkým dosažením maxima v roce 1977 a postupným snižováním přírůstu, který se v závěru ustaluje na nízké hodnotě kolem 1 mm.

Běžný přírůst kulminoval již ve 4 letech po výsadbě a průměrný tloušťkový přírůst dosáhl svého maxima ve 9 letech od výsadbě, obr. č. 57.



Obr. č. 56. Běžný (BTP) a průměrný (PTP) tloušťkový přírůst a vývoj výčetní tloušťky vzorníku č. 5. břízy bělokore, lokalita Větrák.



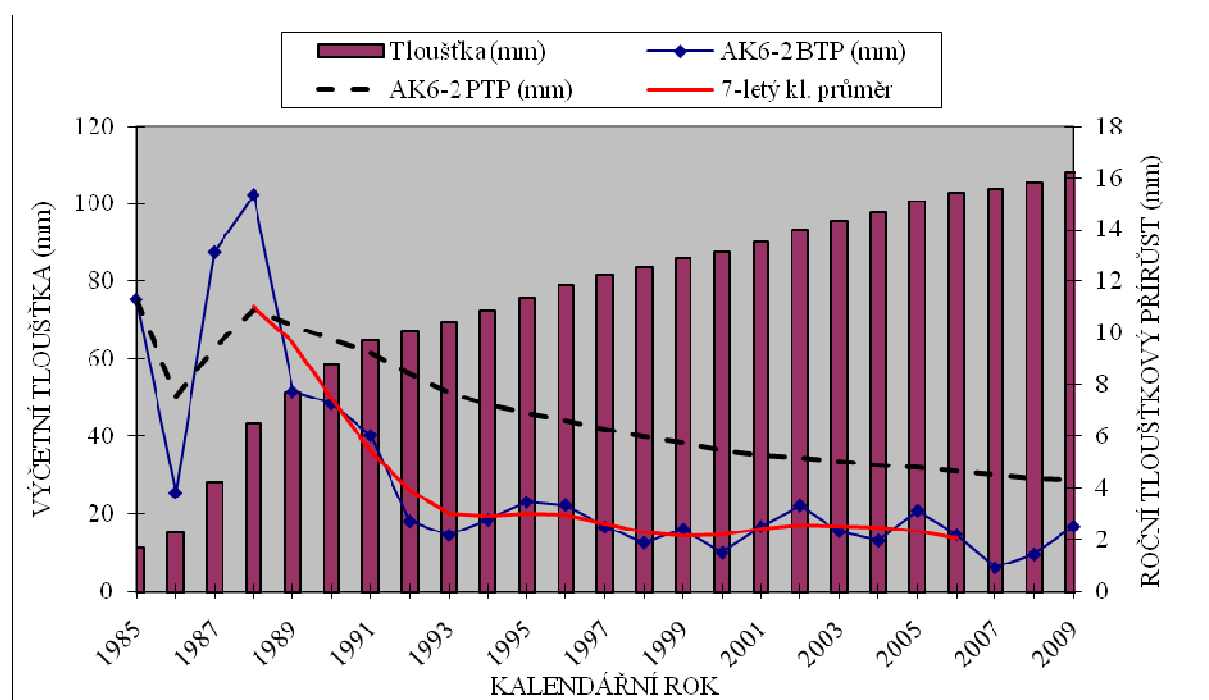
Obr. č. 57. Běžný a průměrný tloušťkový přírůst vzorníku č. 5. břízy bělokore vyrovnaný Korfovou růstovou funkcí, lokalita Větrák.

Analýza vzorníku č. 6. - trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*)

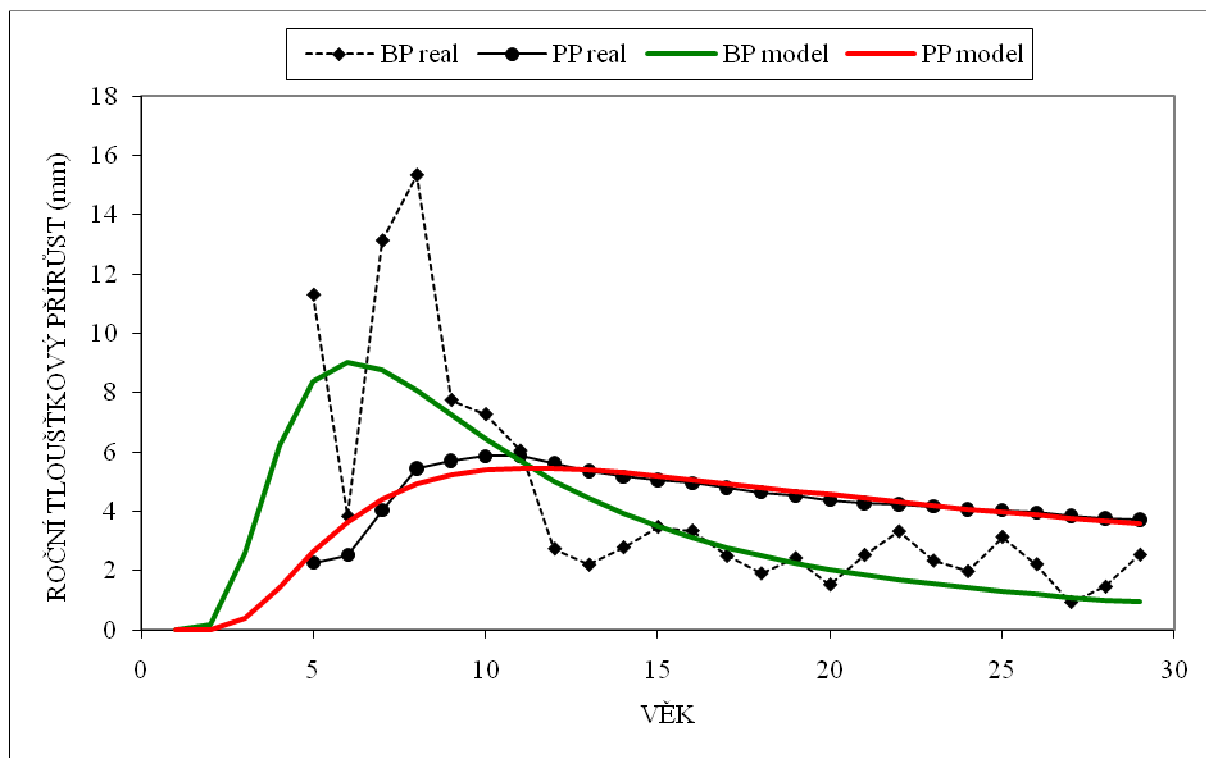
Na bázi vzorníku bylo napočítáno celkem 29 letokruhů. Předpokládané stáří dřeviny je 43 let. Vzorník byl vybrán měřením 66 jedinců s průměrnými parametry - průměr $d_{1,3}$ 12,7 cm a výška 13,5 m.

Průběh tloušťkového růstu akátu ve výčetní výši je znázorněn na obr. č. 58. V první fázi růstu přichází výrazný pokles v roce 1986 (posunutá reakce na srážkově podprůměrný předešlý rok 1985), poté nastupuje vysoké maximum v roce 1988. Přírůst poté poměrně strmě klesá. Od roku 1993 kolísá kolem hodnoty 2 mm ročně.

Na obr. č. 59 je vidět kulminace běžného tloušťkového přírůstu již v 6 letech po výsadbě a průměrný tloušťkový přírůst dosahuje svého maxima v 11 letech po výsadbě.



Obr. č. 58. Běžný (BTP) a průměrný (PTP) tloušťkový přírůst a vývoj výčetní tloušťky vzorníku č. 6. trnovníku akátu, lokalita Větrák.



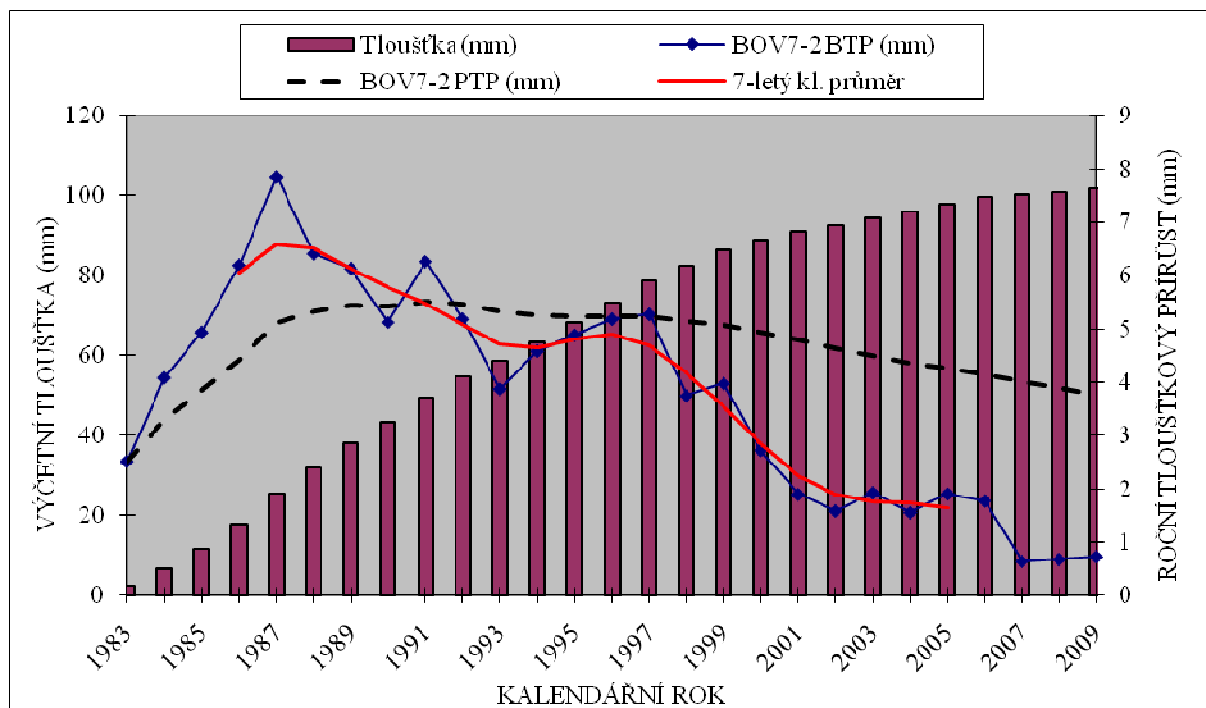
Obr. č. 59. Běžný a průměrný tloušťkový přírůst vzorníku č. 6. trnovníku akátu vyrovnaný Korfovou růstovou funkcí, lokalita Větrák.

Analýza vzorníku č. 7. – borovice vejmutovka (*Pinus strobus*)

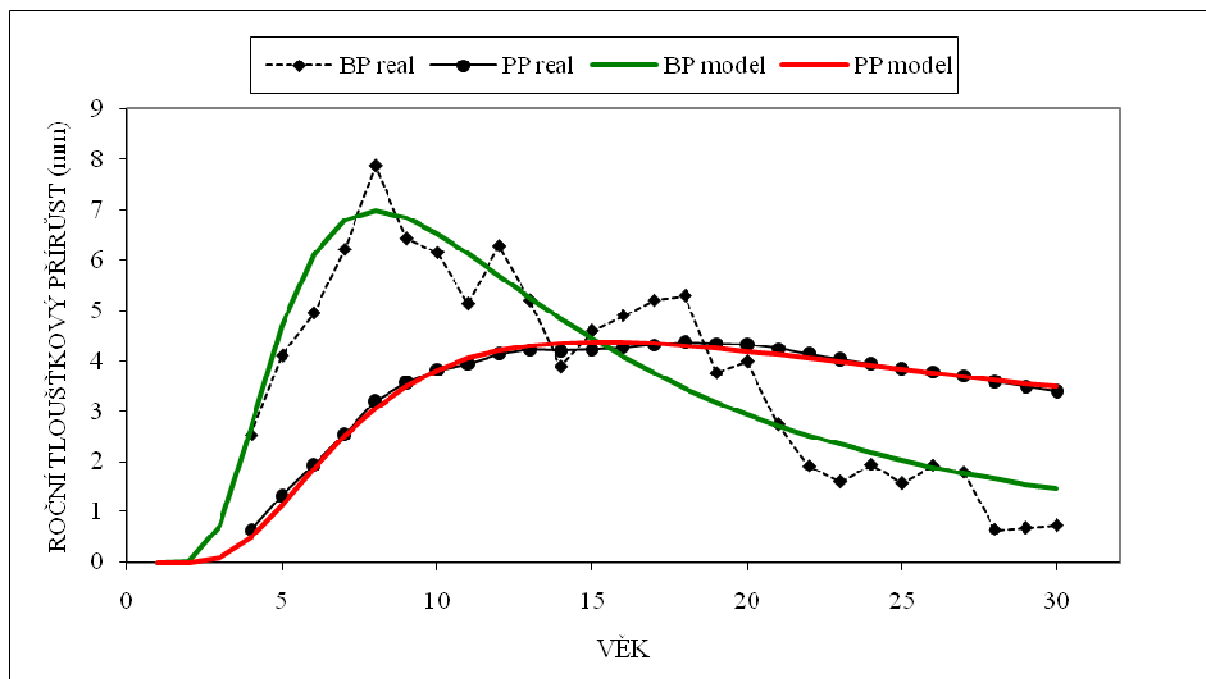
Na bázi vzorníku bylo napočítáno celkem 30 letokruhů. Předpokládané stáří dřeviny je 33 let. Vzorník byl vybrán měřením 126 jedinců s parametry - průměr $d_{1,3}$ 11,2 cm a výška 10 m.

Průběh tloušťkového růstu borovice vejmutovky ve výčetní výši je znázorněn na obr. 60. Postupné zvyšování přírůstů je ukončeno v roce 1987, kdy bylo dosaženo maximum. Potom přichází pozvolný sestup, který končí na velmi nízké hodnotě pod 1 mm ročně. Odstranění meziroční fluktuaace proložením přírůstové křivky 7-letým klouzavým průměrem zvýrazníme střednědobé tendence způsobené hlavně konkurencí ostatních jedinců v porostu (v porostu nebyla provedena prořezávka).

Na obr. č. 61. je vidět kulminace běžného tloušťkového přírůstu již v 8 letech po výsadbě a průměrný tloušťkový přírůst dosahuje svého maxima v 15 letech po výsadbě.



Obr. č. 60. Běžný (BTP) a průměrný (PTP) tloušťkový přírůst a vývoj výčetní tloušťky vzorníku č. 7. borovice vejmutovky, lokalita Větrák.



Obr. č. 61. Běžný a průměrný tloušťkový přírůst vzorníku č. 7. borovice vejmutovky vyrovnaný Korfovou růstovou funkcí, lokalita Větrák.

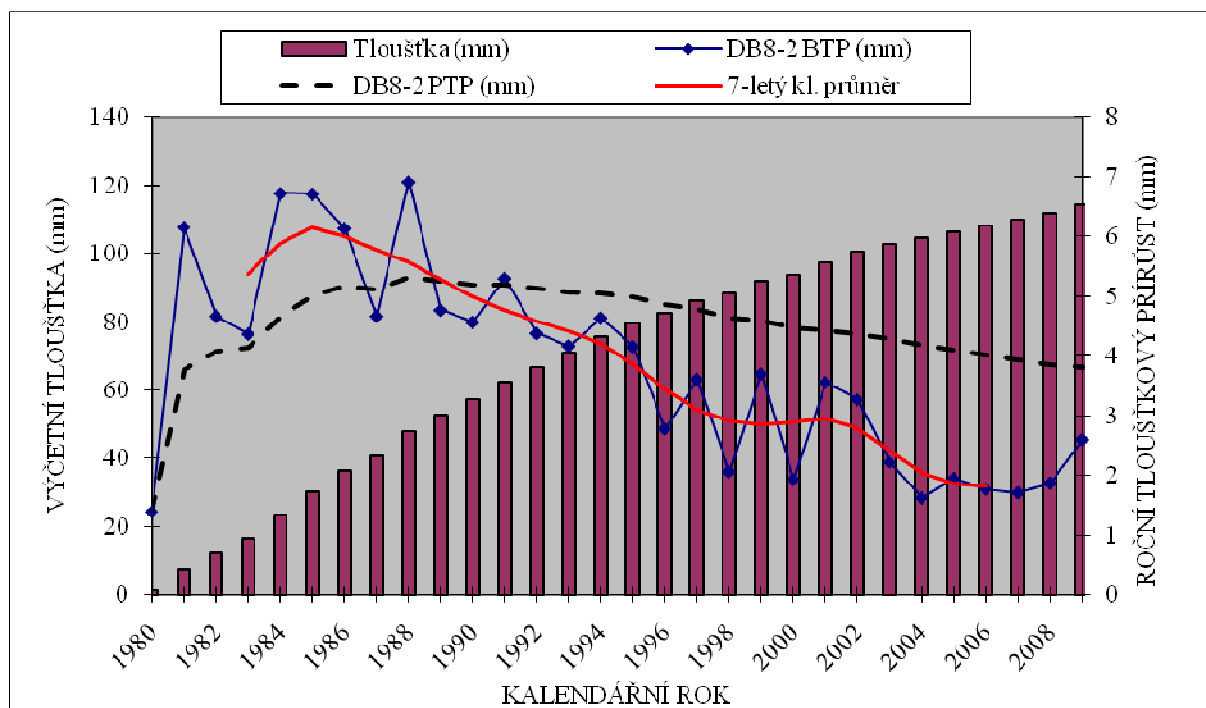
Analýza vzorníku č. 8. – dub letní (*Quercus robur*)

Na bazálním kotouči vzorníku bylo spočítáno celkem 33 letokruhů, stáří dřeviny je odhadováno na 35 let. Vzorník byl vybrán měřením 74 jedinců s průměrnými parametry - průměr $d_{1,3}$ 12,2 cm a výška 13,4 m.

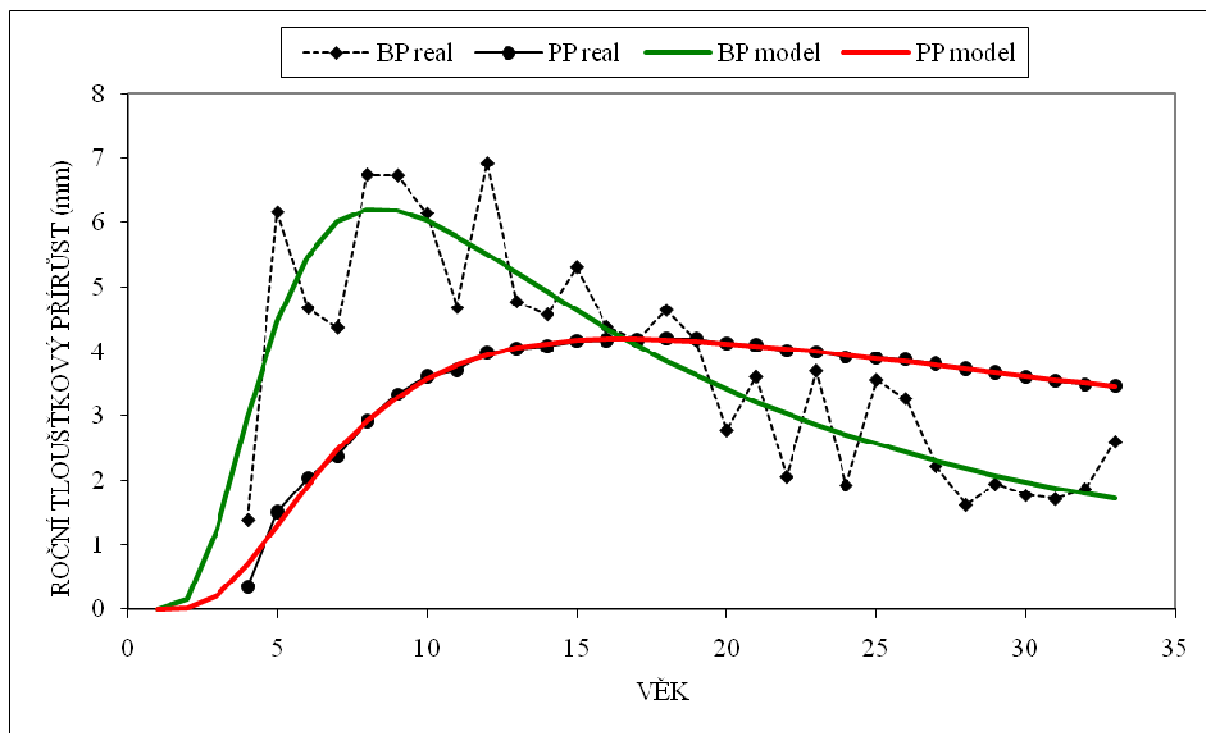
Průběh tloušťkového růstu ve výčetní výši je znázorněn na obr. č. 62. Tloušťkový růst vzorníku začíná rychlým nasazením vysokého tloušťkového přírůstu, ve kterém se projevila náhlá deprese v roce 1982-1983 a 1987. Maximum přírůstu bylo dosaženo v roce 1988. Dále křivka 7-letého klouzavého průměru interpretuje pozvolný sestup přírůstu.

Opět se u vzorníku dubu letního projevuje výrazná „W“ signatura v letech 1997 až 2001. Obdobně jako na vzorníku č. 4. dubu červeného je to v období snížené fluktuace přírůstu. Pro potvrzení tohoto jevu byli odebráni tři jedinci ze stejného porostu z nadúrovně. Podobnost jejich vývoje byla zjišťována korelační analýzou růstových parametrů vzorníku a průměrného přírůstu všech tří náhodně vybraných stromů. Vysoký korelační koeficient potvrzuje velmi shodný průběh ($r = 0,94$). Sledované výrazné výkyvy přírůstu se projevily na všech odebraných kontrolních jedincích, pouze pokles přírůstu v roce 2000 nebyl u kontrolních jedinců v takovém rozsahu, viz obr. č. 64.

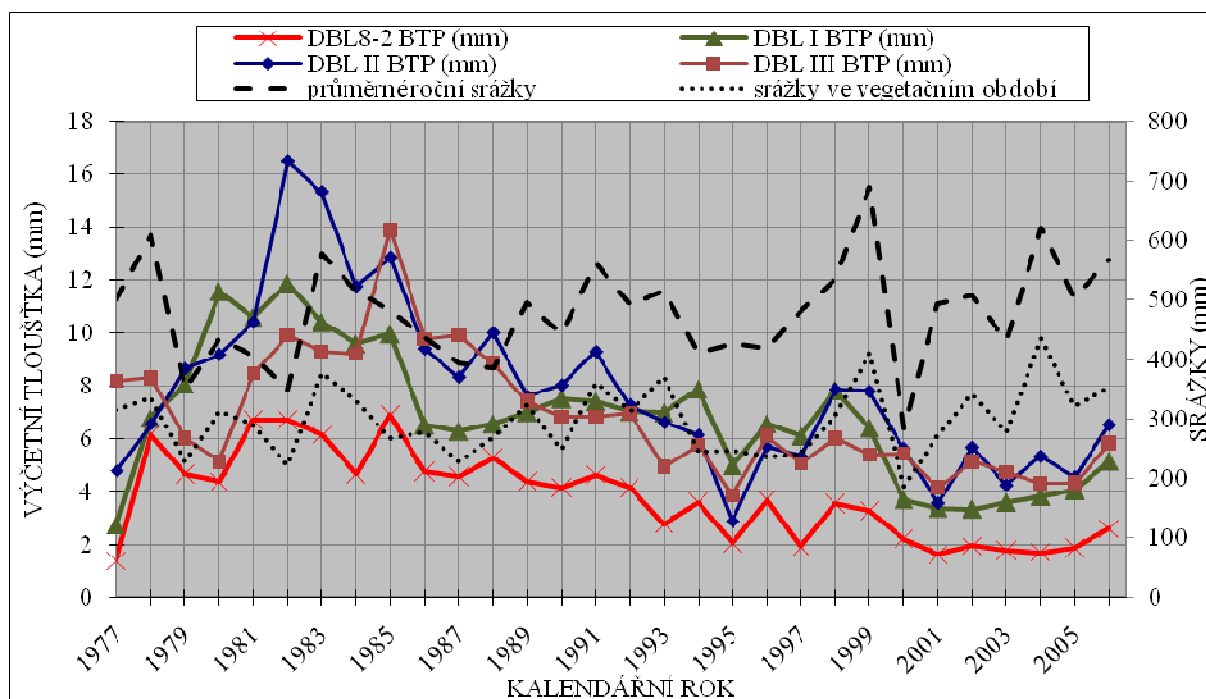
Běžný přírůst kulminoval v 8 letech po výsadbě a průměrný tloušťkový přírůst dosáhl svého maxima až v 17 letech od výsadby, obr. č. 63.



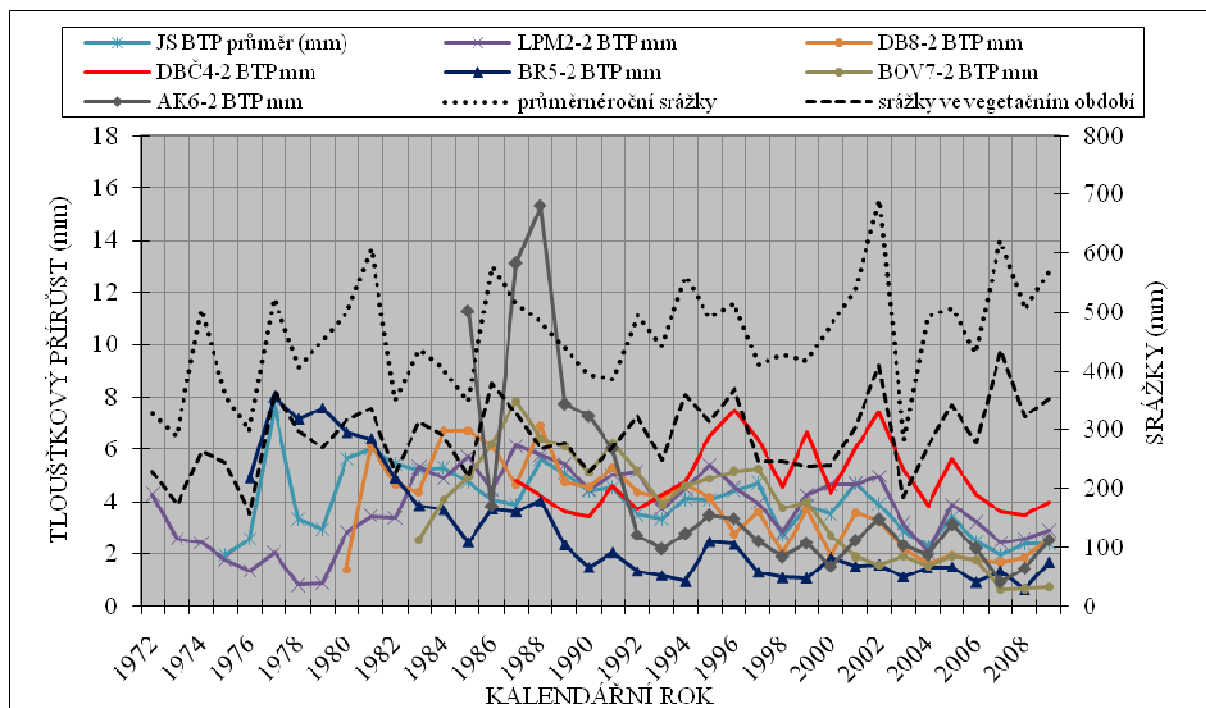
Obr. č. 62. Běžný (BTP) a průměrný (PTP) tloušťkový přírůst a vývoj výčetní tloušťky vzorníku č. 8. dubu letního, lokalita Větrák.



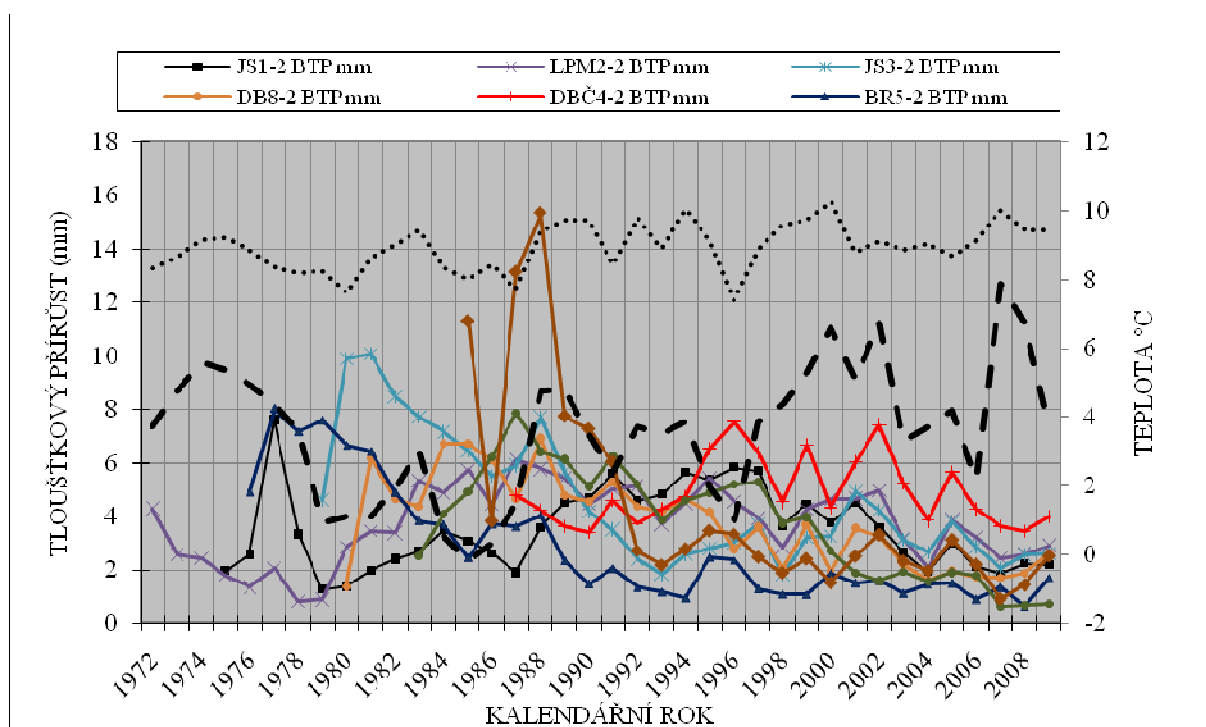
Obr. č. 63. Běžný a průměrný tloušťkový přírůst vzorníku č. 8. dubu letního vyrovnaný Korfovou růstovou funkcí, lokalita Větrák.



Obr. č. 64. Porovnání vývoje běžného tloušťkového přírůstu vzorníku č.8. dubu letního s kontrolními jedinci (DBL I. – III.) ze stejného porostu, lokalita Větrák.



Obr. č. 65. Porovnání běžného tloušťkového přírůstu jednotlivých vzorníků s průměrnými ročními srážkami a srážkami ve vegetačním období, lokalita Větrák.



Obr. č. 66. Porovnání běžného tloušťkového přírůstu jednotlivých vzorníků s průměrnými ročními teplotami a průměrem teplot v měsících leden, únor, květen, lokalita Větrák.

Vzájemné srovnání všech vzorníků na výsypce Větrák

Na výsypce Větrák bylo založeno celkem 8 zkusných ploch se dřevinami: jasan ztepilý - dvě plochy, lípa srdčitá, dub červený, bříza bradavičná, trnovník akát, borovice vejmutovka a dub letní. U obou druhů dubů byly odebrány tři kontrolní jedinci a testována korelace jejich růstových projevů.

Při srovnání křivek běžných přírůstů (obr. č. 65.) je patrná nápadná souběžnost většiny zkoumaných dřevin. Podobnost průběhu křivek se projevuje v minimech – roky 1990, 1993, 1998, 2000, 2004, 2007 po počáteční dynamické fázi růstu.

Na tomto stanovišti se výrazně projevuje u kruhovitě pórovitých listnáčů (dub letní, dub červený, jasan ztepilý) rozkolísanost přírůstu ve věku kolem 20 let. Tento jev byl potvrzen i u kontrolních vzorníků dubu červeného a dubu letního. Korelační analýzou byly testovány vztahy: úhrn ročních a vegetačních srážek - přírůst a průměrná roční teplota a průměr teplot leden, únor, květen – přírůst. Korelační analýzy nepotvrdily přímou závislost přírůstu na průběhu srážek či teploty a to ani při rozdělení vývoje na dvě fáze (juvenilní – adultní). Korelační koeficienty se pohybují v rozmezí – 0,3 až 0,16.

Dále byla použita korelační analýza srážkově podprůměrných let a podprůměrných ročních přírůstů. Korelační koeficienty (jasan ztepilý $r = 0,59$, lípa srdčitá $r = 0,55$, dub červený $r = 0,75$, bříza bělokorá $r = 0,75$, akátu $r = 0,62$, borovice vejmutovka $r = 0,38$ a dub letní $r = 0,5$) ukazují u některých dřevin na průkaznou závislost shody srážkově podprůměrných let a podprůměrných ročních přírůstů. Z těchto koeficientů je vidět, jak rozdílně jednotlivé druhy přírůstově reagují na srážkově podprůměrné roky. Reakce přírůstu na nízký úhrn srážek se ovšem může projevit až následující roky. Srážkově nejchudší rok 2003 (celoroční úhrn srážek 283,9 mm a úhrn srážek ve vegetaci 186,6 mm) se u většiny dřevin na lokalitě Větrák projevil snížením přírůstu až další rok – 2004. V jarních měsících roku 2003, které rozhodovaly o větší části přírůstu, bylo dostatek půdní vlhkosti ze srážkově nadprůměrného roku 2002 (celoroční úhrn srážek 690,9 mm a úhrn srážek ve vegetaci 409,8 mm).

Na této lokalitě se širokým sortimentem dřevin a specifickým průběhem letokruhových křivek byl také ověřován vliv teplotních výkyvů na přírůst viz obr. č. 66. Korelační analýza vztahu roční přírůst – průměrná roční teplota vychází u všech dřevin nevýznamně, proto byla použita korelace teplotně podprůměrných let a podprůměrných ročních přírůstů. Korelační koeficienty jsou u jednotlivých dřevin uvedeny tak, že první hodnota se vztahuje k teplotně celoroční a druhá hodnota k teplotně za leden, únor a květen (jasan ztepilý $r = 0,56$ a $0,53$; lípa srdčitá $r = 0,43$ a $0,47$; dub červený $r = 0,63$ a $0,38$; bříza bělokorá $r = 0,5$ a $0,47$; akátu $r = 0,6$ a $0,7$, borovice vejmutovka $r = 0,25$ a $0,36$; dub letní $r = 0,27$ a $0,46$). Z těchto výše uvedených korelačních koeficientů je vidět, jak rozdílné jsou reakce druhů na testované parametry (mrazuvzdornost). Výsledkem této analýzy je slabší závislost vlivu nízkých teplot na přírůst akátu (silněji se projevil vliv celoročních průměrných teplot) a dubu červeného - zde je patrný vliv průměrných teplot v měsíci lednu, únoru a květnu, vliv na celoroční průměrné teploty nebyl prokázán.

Nejvyšší průměrný roční přírůst měl na výsypce Větrák dub červený (4,91 mm), trnovník akát (4,31 mm), jasan ztepilý (3,98 mm), následoval dub letní (3,81 mm) borovice vejmutovka (3,77 mm), lípa srdčitá (3,74) a nejnižší byl u břízy bělokoré (2,90 mm). Nejvyrovnanější přírůst měl dub červený ($\sigma = 1,25$ a var. koef. 0,25) následován jasanem ztepilým ($\sigma = 1,28$ a var. koef. 0,32), lípou srdčitou ($\sigma = 1,40$ a var. koef. 0,37) a dubem letním ($\sigma = 1,66$ a var. koef. 0,44). Nevyrovnané přírůsty byly u borovice vejmutovky ($\sigma = 2,00$ a var. koef. 0,53), břízy bělokoré ($\sigma = 2,11$ a var. koef. 0,73) a nejméně vyrovnaný přírůst měl trnovník akát ($\sigma = 3,71$ a var. koef. 0,86).

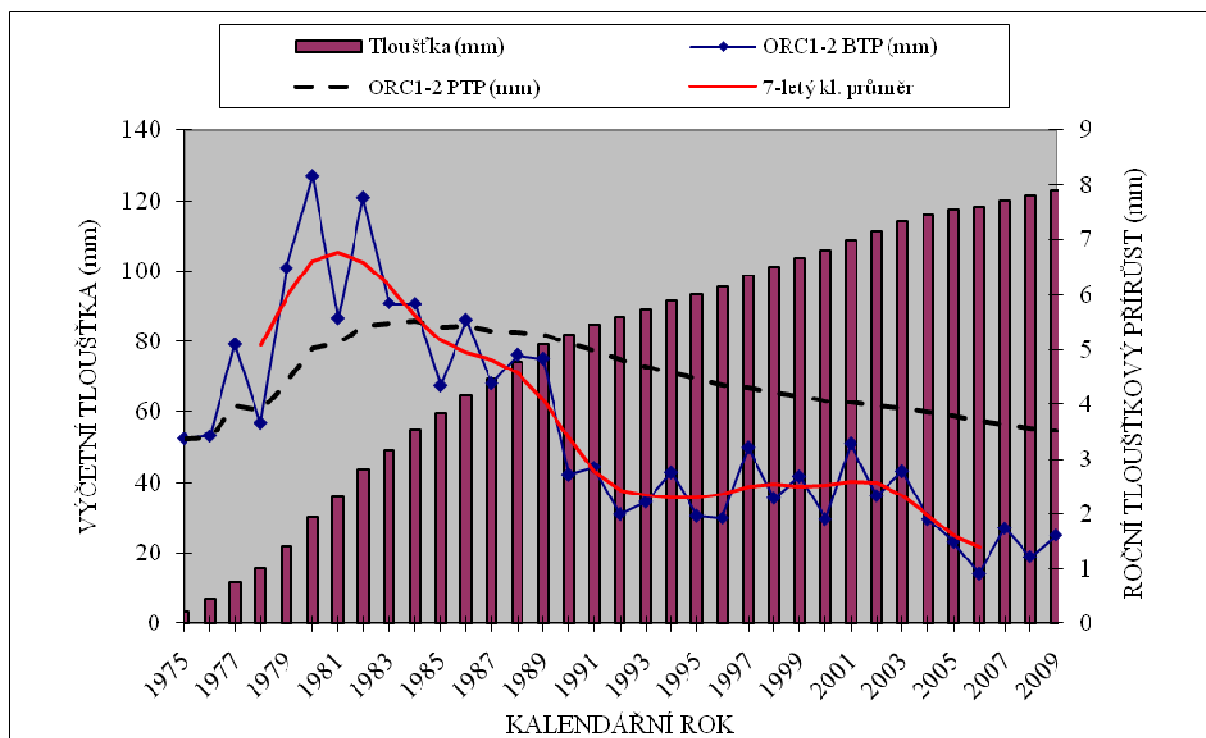
7.5 Užín

Analýza vzorníku č. 1. – ořešák černý (*Juglans nigra*)

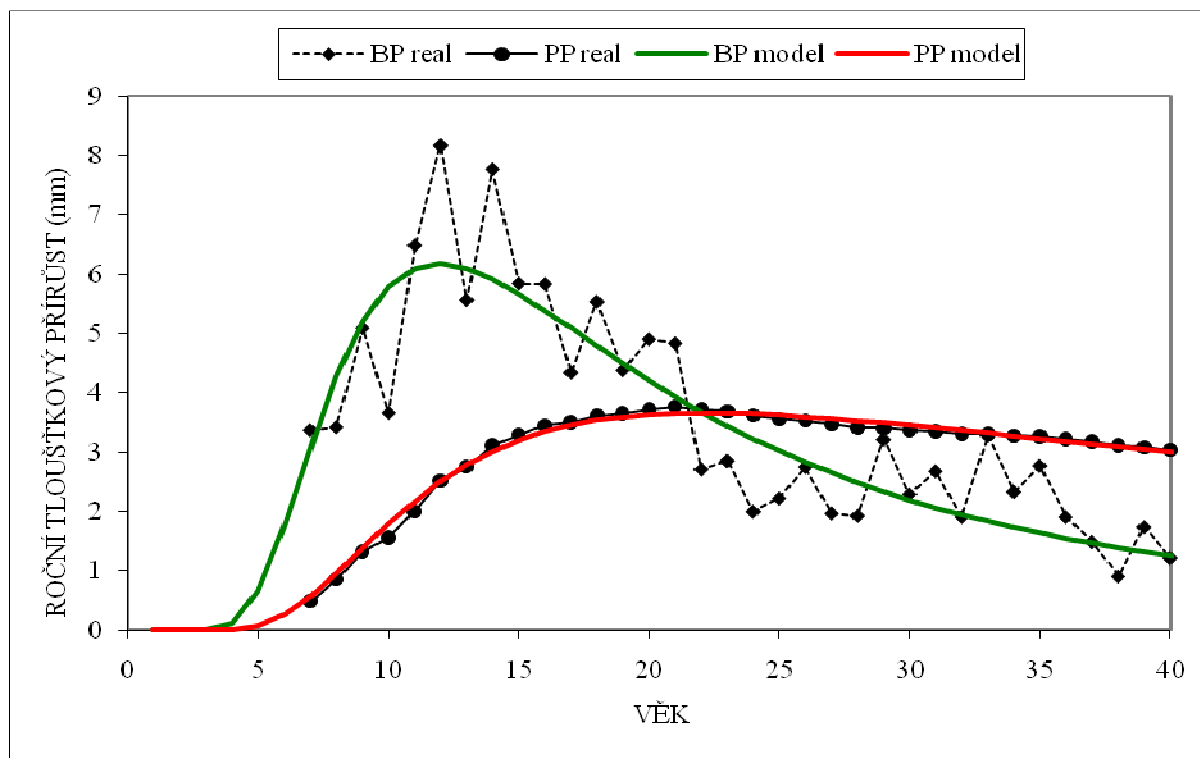
Na bazálním kotouči vzorníku bylo odečteno celkem 41 letokruhů, předpokládané stáří dřeviny je 45 let. Vzorník byl vybrán měřením 47 jedinců s průměrnými parametry - průměr $d_{1,3}$ 15,3 cm a výška 16 m.

Průběh tloušťkového růstu ve výčetní výši je znázorněn na obr. č. 67. Tloušťkový růst vzorníku ořešáku černého je charakteristický vysokým kolísavým přírůstem v mládí a dosaženým maximem v roce 1980. Po fázi intenzivního přírůstu přichází poměrně strmý pokles. Od roku 1993 je patrné meziroční kolísání, ale jak naznačuje křivka 7-letého klouzavého průměru, přírůst je v tomto období ustálený. Od roku 2003 má opět klesající tendenci.

Běžný přírůst kulminoval ve 12 letech po výsadbě a průměrný tloušťkový přírůst dosáhl svého maxima až ve 22 letech od výsadby, obr. č. 69.



Obr. č. 67. Běžný (BTP) a průměrný (PTP) tloušťkový přírůst a vývoj výčetní tloušťky vzorníku č. 1. ořešáku černého, lokalita Užín.



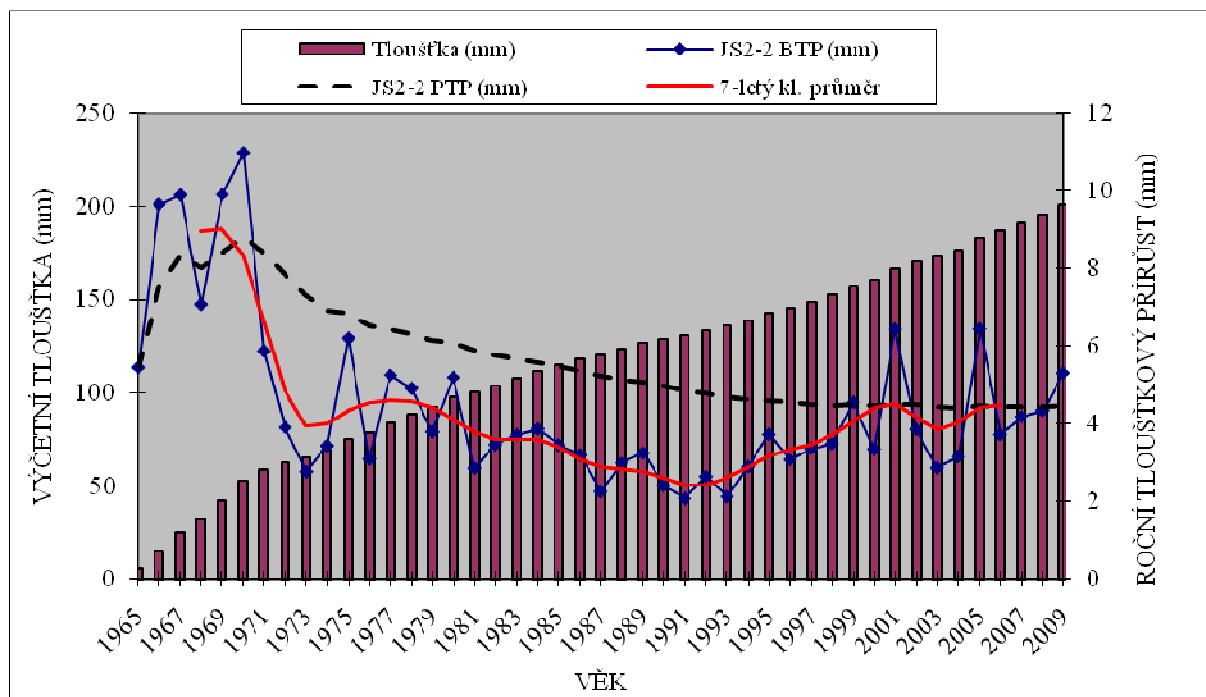
Obr. č. 68. Běžný a průměrný tloušťkový přírůst vzorníku č. 1. ořešáku černého vyrovnaný Korfovou růstovou funkcí, lokalita Užín.

Analýza vzorníku č. 2. – jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*)

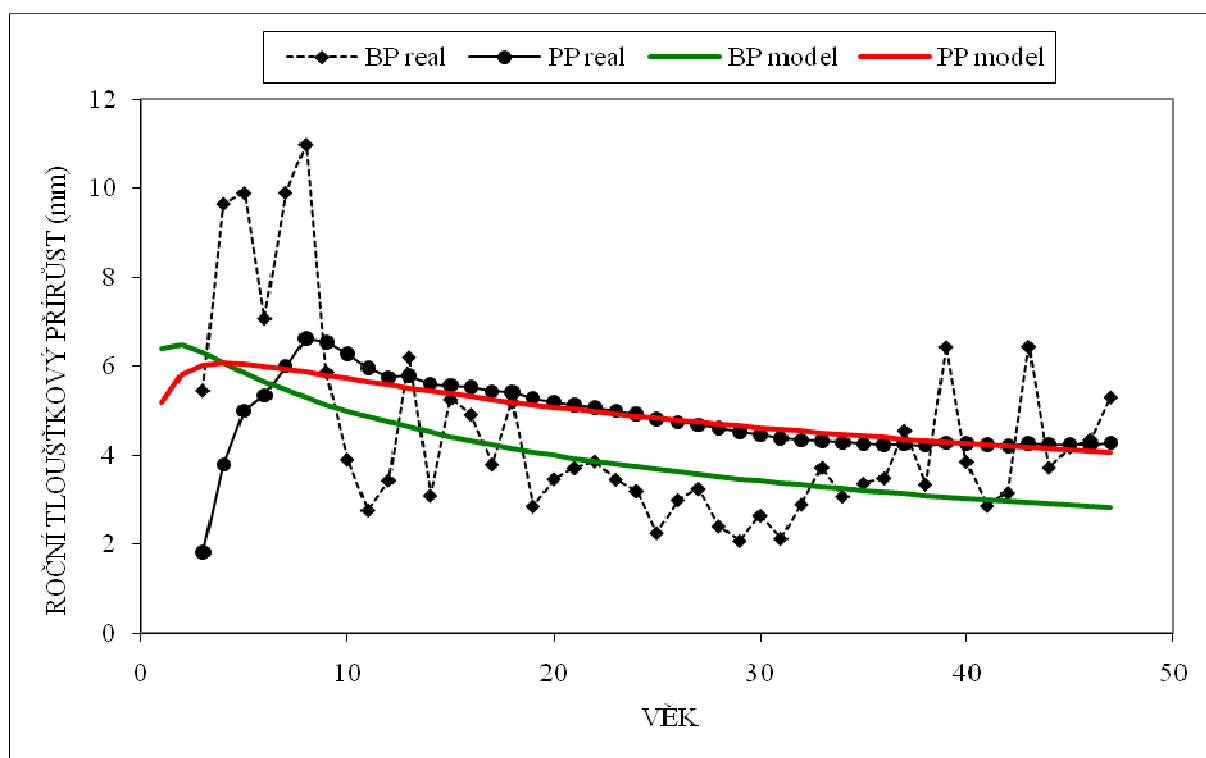
Na bazálním kotouči vzorníku bylo spočítáno celkem 47 letokruhů, stáří dřeviny je odhadováno na 48 let. Vzorník byl vybrán měřením 33 jedinců s průměrnými parametry - průměr $d_{1,3}$ 22,2 cm a výška 18,7 m.

Průběh tloušťkového růstu ve výčetní výši je znázorněn na obr. č. 69. Tloušťkový růst vzorníku jasanu č. 2 začíná vysokými ročními hodnotami, které vrcholí maximálním dosaženým přírůstem v roce 1970. Od tohoto roku je patrná výrazná tříletá přírůstová deprese. Dále křivka 7-letého klouzavého průměru ukazuje na mírné snižování přírůstových hodnot, které se zastavuje až v roce 1992. Tento pokles je pravděpodobně způsoben konkurenčním bojem o světlo. Zvyšování přírůstu a nápadná meziroční fluktuace naznačuje znovu nabyté dominantní postavení v porostu.

Vzorník jasanu ztepilého má velmi specifický vývoj kulminace přírůstu - běžný přírůst kulminoval v 2 letech po výsadbě a průměrný tloušťkový přírůst dosáhl svého maxima již ve 4 letech od výsadby, obr. č.70.



Obr. č. 69. Běžný (BTP) a průměrný (PTP) tloušťkový přírůst a vývoj výčetní tloušťky vzorníku č. 2. jasanu ztepilého, lokalita Užín.



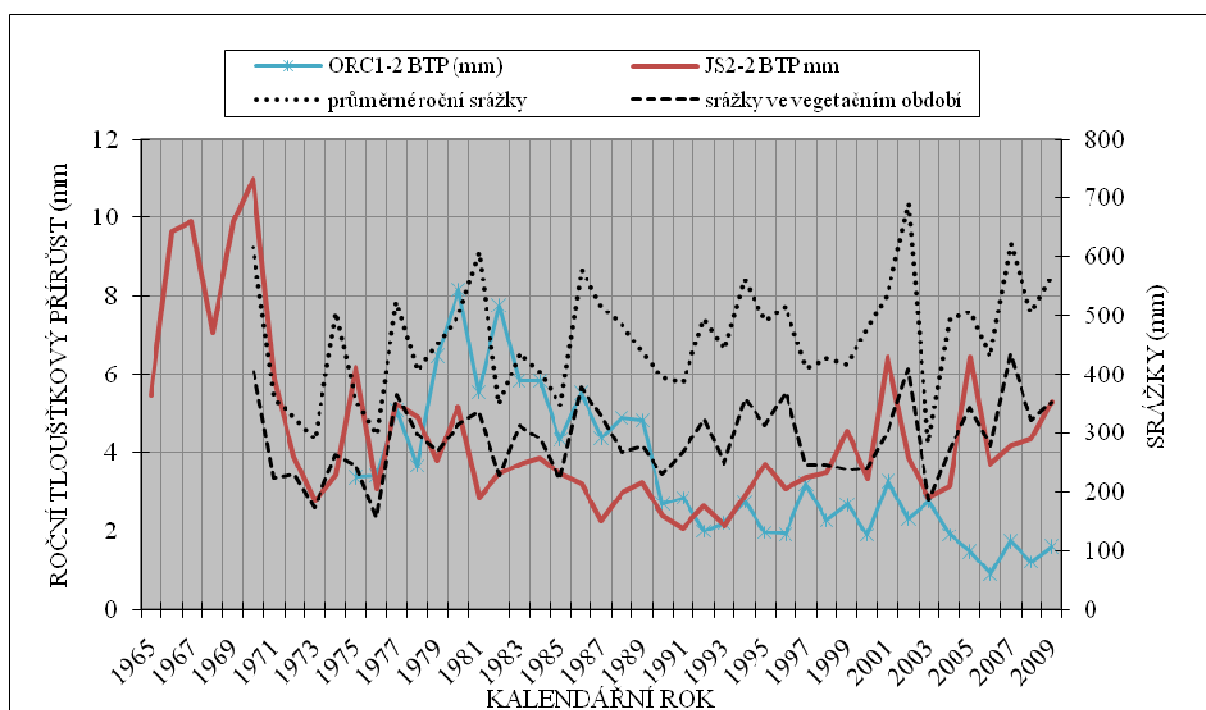
Obr. č. 70. Běžný a průměrný tloušťkový přírůst vzorníku č. 2. jasanu ztepilého vyrovnaný Korfovou růstovou funkcí, lokalita Užín.

Vzájemné srovnání všech vzorníků na výsypce Užín.

Na výsypce Užín byly založeny 2 zkusné plochy na porovnání růstu jasanu ztepilého a ořešáku černého. Srovnávané dřeviny mají obdobnou dynamiku růstu obr. č. 71. Jasan ztepilý má na rozdíl od ořešáku v závěru hodnocení stoupající přírůstovou tendenci.

Ani u jedné dřeviny na tomto stanovišti nebyla korelační analýzou objevena vysoká míra závislosti mezi přírůstem a úhrnem celoročních či vegetačních srážek. Korelační analýza srážkově podprůměrných let a podprůměrných ročních přírůstů naopak objevila poměrně vysokou závislost u jasanu ($r = 0,86$) a o něco nižší u ořešáku černého ($r = 0,71$).

Větší průměrný roční přírůst na výsypce Užín dosahuje jasan ztepilý (4,46 mm), přírůst ořešáku černého se pohyboval na středních hodnotách (3,51 mm). Obě porovnávané dřeviny mají podobnou variabilitu přírůstů.



Obr. č. 71. Porovnání běžného tloušťkového přírůstu jednotlivých vzorníků s průměrnými ročními srážkami a srážkami ve vegetačním období, lokalita Užín.

8. Diskuse

Letokruhové analýzy jsou běžně vyžívané k dendrochronologickým datacím (Kincl 1999, Čejková 2004, Kolář 2004 aj.). Celá řada prací se věnuje dendroklimatologii - srovnávání vlivu klimatu na růst dřevin (Fritts 1976, Cook et Kairiukstis 1990, Schweingruber et Müller 1992, Schickler et al. 1997, Vogel et Schweingruber 2001, Büntgen et al. 2007). Dendroekologickým studiím se věnovali Becker (1978), Schweingruber (1985, 1996) v ČR Vinš (1960, 1961, 1962, 1982), Sander a kol. (1995), Kroupová (2001, 2002), Šrámek (2000), Šrámek a kol. (2008) aj. Využití letokruhových analýz na hodnocení přírůstu dřevin na výsypkových stanovištích v severozápadních Čechách publikoval Remeš et al. (2008). Použití letokruhových analýz k hodnocení růstu dřevin na výsypkových stanovištích je prozatím limitováno nedostatečným stářím porostů.

Dřeviny pěstované na výsypkových stanovištích jsou v počátcích svého vývoje na nevyvinutých půdách vystaveny zcela specifickým podmínkám. Toto unikátní půdní prostředí (Dimitrovský 2004 užívá termín „v geologické epoše“) je velmi vhodné pro srovnávací analýzy nároků jednotlivých druhů. Specifické podmínky mohou odfiltrvat mnohé mechanismy ovlivňující vývoj dřevin v sukcesně zralejších ekosystémech. Analýzou fluktuační přírůstových křivek lze vyhodnocovat faktory ovlivňující výši přírůstu. Z mnoha faktorů, které mohou přírůst ovlivnit, se nejvíce projeví ten, který je zrovna v limitním postavení. Nejlépe je identifikovatelný ve významných přírůstových depresích na stanovištích méně příznivých. Při dostatečně velkém souboru pozorování lze pomocí této metody vymezit spektrum ekologických požadavků dřevin na výsypkových stanovištích.

Mezi nejdůležitější faktory ovlivňující přírůst patří klimatické poměry, nadmořská výška, složení půdního substrátu, dále události, které se vyskytují nepravidelně a jen po určitou dobu, jako např. kalamity, lesnické zásahy či okus zvířít aj. (Fritts 1976, Cook, 1990).

Vliv úhrnu srážek na přírůst

V první řadě byl testován vliv úhrnu srážek na přírůst dřevin. Hypotéza vysoké závislosti přírůstu na ročním úhrnu srážek vycházela ze tří základních předpokladů:

- Mostecko je celkově srážkově podprůměrným regionem
- vlivem nepříznivých vlastností půdotvorného substrátu dochází k mělčímu kořenění všech dřevin (Čermák, Ondráček 2009)
- nedostupnost hladiny podzemní vody pro aktivní část kořenového systému (Dimitrovský 1999)

Všechny zastoupené dřeviny byly testovány lineární korelační analýzou na vztah: roční úhrn srážek – přírůst a úhrn vegetačních srážek – přírůst. U většiny zastoupených druhů dřevin nebyla prokázána významná závislost posuzovaných vztahů. U některých dřevin byla objevena mírná protiběžnost srovnávaných křivek (záporný korelační koeficient).

Dalším předpokladem bylo, že zvýšená citlivost dřevin na nižší úhrn srážek se může projevit v mládí, když mají nedostatečně vyvinutý kořenový systém. Přírůstový cyklus byl rozdělen na dvě poloviny a každá byla testována zvlášť. Tato závislost se ve větší míře potvrdila pouze u dubu červeného na výsypce Čepirohy – Bylany. Na této lokalitě s jižní expozicí byl v první fázi vývoje nedostatek srážek limitující pro velikost přírůstu. Korelační analýza zjišťuje lineární závislost i s opačným vlivem - vyšší úhrn srážek způsobuje vyšší přírůst. Pro odstranění této závislosti byla použita korelační analýza srážkově podprůměrných let a podprůměrných ročních přírůstů. V tomto případě byly výsledky u většiny dřevin průkazné. Výše korelačního koeficientu na jednotlivých stanovištích může odrážet odolnost jednotlivých dřevin vůči nedostatku půdní vlhkosti.

Další srovnáním srážkových minim byly odhaleny složitější vztahy působení srážkových úhrnů na přírůst. Tento vztah je do určité míry ovlivněn jílovitým složením většiny výsypkových substrátů, které jsou silně vododržné a mohou krýt vláhovou potřebu dřevin po delší období sucha. Například na výsypce Větrák reagovala většina dřevin na srážkové minimum v roce 2003 snížením přírůstu o rok později. Vláhová potřeba v jarních měsících roku 2003 byla částečně pokryta zásobou ze srážkově nadprůměrného předchozího roku 2002.

Vliv teplot na přírůst

Vliv nízkých teplot na přírůst popisuje Kroupová (2002). Na porostech ve vyšších polohách mohou být nízké teploty limitujícím faktorem na přírůst smrku, kde se projevuje působení imisí na sníženou mrazuvzdornost. Signifikantní pro vývoj přírůstu se ukázaly teploty v měsíci lednu, únoru a květnu. Korelační analýzou vztahu: roční průměrné teploty – přírůst a průměr teplot v lednu, únoru a květnu – přírůst byly testovány dřeviny na výsypce Větrák. Tato lokalita byla vybrána vzhledem k méně příznivým vlastnostem výsypkových substrátů a vliv teploty na růst by se mohl více projevit. Zároveň zde byla zaznamenána větší rozkolísanost přírůstů, především u kruhovitě pórovitých dřevin ve druhé vývojové fázi. U korelovaných dřevin nebyla prokázána přímá souvislost přírůstu a teplot. Dále byla porovnávána spojitost výskytu podprůměrných teplot a podprůměrných přírůstů, včetně korelace teplot v měsíci lednu, únoru a květnu. Výsledkem této analýzy je slabá závislost vlivu nízkých teplot na přírůst u akátu (silněji se projevil vliv celoročních podprůměrných teplot) a u dubu červeného, zde je patrný vliv podprůměrných teplot v měsíci lednu, únoru a květnu (vliv na celoroční podprůměrné teploty nebyl prokázán). Celkově lze zhodnotit vztah teplot na přírůst jako nezávislý. Jedním z důvodů slabého působení teplot na přírůst může být skutečnost, že Mostecko je jeden z nejteplejších regionů v ČR a nízké teploty zde nejsou pro velikost přírůstu faktorem limitujícím, jako je tomu u smrku ve vyšších polohách.

Vliv složení půdních substrátů

Pedologické vlastnosti výsypkových substrátů jsou určujícím faktorem obnovy lesa (Dimitrovský, Kunt 2007). V zájmovém území se vyskytují hlavně šedé jíly s různým zastoupením jílových minerálů, heterogenní horninové substráty a fytotoxické, texturně lehčí nadložní horniny často promísené s materiály vlastní uhelné sloje.

Růstově nejlepším stanovištěm mezi hodnocenými výsypkovými substráty jsou antropozemě pelické, složené z šedých jílů na výsypce Šmeral VII. Všechny hodnocené dřeviny (mimo lípy srdčité) zde dosahují v porovnání s ostatními lokalitami nejvyšších průměrných ročních přírůstů. Mají dobrou růstovou vitalitu a zdravotní stav. Velmi dobré růstové parametry dosahují dřeviny na půdních substrátech vytvořených z jílových minerálů s lístkovitou odlučností na výsypce Užín. To potvrzuje dobrá růstová vitalita stanovištěně náročných dřevin – jasanu ztepilého a ořešáku černého. Výsypka Čepirohy – Bylany svým složením půdotvorných substrátů vyhovuje především dřevinám, které tolerují kyselejší půdní prostředí. Velmi dobře zde roste dub červený, dobře přirůstají modřín a akát. Srovnáním dosažených průměrných ročních přírůstů jednotlivých dřevin a hodnot minimálních ročních přírůstů s ostatními lokalitami lze heterogenní složení půdotvorných substrátů výsypky Větrák označit za méně příznivé pro růst většiny druhů. Relativně dobře zde odrůstá dub červený, trnovník akát, jasan ztepilý a dub letní. Přírůst ostatních druhů je nízký.

Nepříznivé vlastnosti Střimických fytotoxických výsypkových zemin lépe vyhovují jehličnatým pionýrským dřevinám s vyšší tolerancí ke kyselejšímu půdnímu prostředí. Borovice lesní a modřín opadavý zde dosahují dobrých průměrných ročních přírůstů. Jejich fyziologická vitalita je však vlivem špatných půdních poměrů snížena. Velmi nízkých hodnot přírůstů zde dosáhl jasan ztepilý, který je pro tyto substráty produkčně nevhodný.

Zhodnocení průměrných ročních přírůstů jednotlivých dřevin

V kumulativních hodnotách dosažených průměrných ročních přírůstů se odráží růstové podmínky jednotlivých lokalit viz tab. č. 8. Nejvyšší průměrný roční přírůst ze všech analyzovaných vzorníků měl dub červený na výsypce Šmeral VII. (hodnota 5,84 mm ročně). Dále na stejném stanovišti jasan ztepilý (hodnota 5,83 mm) a třetí nejvyšší průměrný roční přírůst byl zaznamenán u dubu letního (hodnota 5,24 mm). Je překvapivé, že první místa obsadily dřeviny s pomalejším růstovým vývojem v mládí. Na výsypce Větrák bylo testováno největší druhové spektrum dřevin na jedné lokalitě. Srovnáním jejich průměrných ročních přírůstů lze sledovat obdobný trend - nejlépe přirůstá dub červený, akát a jasan, naopak bříza jako typický pionýrský druh má nejnižší průměrný přírůst. Překvapivá je poměrně vysoká hodnota přírůstu borovice lesní na Střimické výsypce, která má velmi špatné růstové podmínky (5,02 mm). Vysoká hodnota průměrného ročního přírůstu může být ovlivněna menším stářím srovnávaného vzorníku. Dosažené maximální hodnoty přírůstů (tab. č. 9) ovšem naznačují, že u borovice lesní není hodnota průměrného ročního přírůstu ovlivněna věkem vzorníku.

Dřevina/lokalita	Čepirohy - Bylany	Šmeral VII.	Střimice	Větrák	Užín
<i>Quercus rubra</i>	4,27	5,84	-	4,91	-
<i>Larix decidua</i>	3,32	-	3,62	-	-
<i>Robinia pseudoacacia</i>	3,32	-	-	4,31	-
<i>Quercus robur</i>	-	5,24	-	3,81	-
<i>Fraxinus excelsior</i>	-	5,83	1,90	3,98	4,46
<i>Tilia cordata</i>	-	3,13	-	3,74	-
<i>Pinus sylvestris</i>	-	-	5,02	-	-
<i>Pinus strobus</i>	-	-	-	3,77	-
<i>Betula pendula</i>	-	-	-	2,90	-
<i>Juglans nigra</i>	-	-	-	-	3,51

Tab. č. 8. Hodnoty dosažených průměrných ročních přírůstů na všech lokalitách.

Maximální a minimální dosažená hodnota přírůstu

Největší maximální přírůst dosáhl trnovník akát (vzorník č. 6) na lokalitě Větrák v roce 1988 přirostl o 15,34 mm, dále jasan ztepilý (vzorník č. 6) na lokalitě Šmeral VII. v roce 1982 dosáhl hodnoty 13,6 mm a borovice lesní na Střimické výsypce dosáhla maxima 13,21 mm v roce 1994. Pokud sestupně seřadíme vzorníky dle výše minimálního přírůstu, dostaneme nejvyšší hodnoty minimálního přírůstu u dubu červeného, jasanu ztepilého a dubu letního. Toto pořadí opět potvrzuje jejich přední postavení ve velikosti přírůstu na výsypkových stanovištích. Naopak nejnižší hodnoty minimálního přírůstu byly zaznamenány u borovice vejmutovky a břízy bělokoré. Hodnoty maximálních a minimálních dosažených průměrů jsou uvedeny v tab. č.9.

	věk kulminace BTP	věk kulminace PTP	maximum přírůstu (mm)	rok dosažení maxima	minimum přírůstu (mm)	rok dosažení minima
Čepirohy-Bylany						
<i>Quercus rubra</i> 1	13	24	7,99	1977	1,29	2007
<i>Quercus rubra</i> 2	6	13	10,2	1980	1,6	2004
<i>Quercus rubra</i> 3	8	16	8,11	1986	2,49	2007
<i>Robinia pseudoacacia</i> 4	7	15	7,16	1974	1,18	2004
<i>Larix decidua</i> 5	12	23	7,46	1984	0,56	2008
<i>Larix decidua</i> 6	9	17	12,35	1975	0,79	2003
<i>Larix decidua</i> 7	9	17	9,75	1975	0,95	2002
Šmeral VII.						
<i>Quercus robur</i> 1	9	17	10,48	1990	2,16	2004
<i>Tilia cordata</i> 2	14	22	8,02	1981	1,02	1995
<i>Quercus rubra</i> 3	12	26	9,99	1983	3,71	2007
<i>Fraxinus excelsior</i> 4	11	19	11,95	1982	1,46	2007
<i>Quercus robur</i> 5	8	17	9,93	1982	1,76	1996
<i>Fraxinus excelsior</i> 6	14	30	13,6	1982	3,12	1993
Střimice						
<i>Pinus sylvestris</i> 1	7	12	13,21	1994	0,95	2008
<i>Pinus sylvestris</i> 2	6	11	12,91	1994	2,08	2008
<i>Fraxinus excelsior</i> 3	10	19	3,54	1995	1,09	2004
<i>Larix decidua</i> 4	7	13	7,87	1993	1,24	2007
Větrák						
<i>Fraxinus excelsior</i> 1	21	36	7,62	1977	1,85	2007
<i>Tilia cordata</i> 2	16	37	6,14	1987	0,82	1978
<i>Fraxinus excelsior</i> 3	9	17	10,8	1981	1,83	1993
<i>Quercus rubra</i> 4	15	28	7,54	1996	3,46	2007
<i>Betula pendula</i> 5	4	9	7,6	1977	0,66	2008
<i>Robinia pseudoacacia</i> 6	6	11	15,34	1988	0,93	2007
<i>Pinus strobus</i> 7	8	15	7,86	1987	0,64	2007
<i>Quercus robur</i> 8	8	17	6,92	1988	1,62	2004
Užín						
<i>Juglans nigra</i> 1	12	22	8,16	1980	0,91	2006
<i>Fraxinus excelsior</i> 2	2	4	10,99	1970	2,08	1991

Tab. č. 9. Věk dosažených kulminací a hodnoty maximálních a minimálních průměrných ročních přírůstů na všech lokalitách.

Přírůstová variabilita

Směrodatná odchylka a variační koeficient přírůstových hodnot jednotlivých druhů interpretují variabilitu přírůstů. Směrodatná odchylka vyjadřuje rozptyl hodnot přírůstu kolem jeho střední hodnoty průměrného ročního přírůstu a variační koeficient zachycuje míru podobnosti přírůstů v jednotlivých letech.

Nízkou variabilitu přírůstu mají dřeviny konkurenčně schopnější, tolerující zastínění (alespoň v mládí), s delším nástupem doby kulminace a se stabilnějším průběhem přírůstů. Nejnižších hodnot dosahují vzorníky s vysokým průměrným přírůstem (dub červený na lokalitě Šmeral

VII.), ale také vzorníky vykazující velmi nízké přírůsty vlivem nevhodných stanovištních podmínek (jasan ztepilý na výsypce Střimice) Vysoká variabilita se projevila především u světlomilných rychlerostoucích druhů – borovice lesní, bříza bělokorá a akát na výsypce Větrák. V některých případech může být variabilita přírůstů umocněna většími meziročními fluktuacemi, které jsou většinou způsobeny klimatickými extrémy. Dosažené hodnoty jsou uvedeny v tab. č. 10. Množství vybraných dřevin neumožňuje bližší zhodnocení variability přírůstu napříč jednotlivými lokalitami.

Dřevina/lokality	Čepirohy - Bylany		Šmeral VII.		Střimice		Větrák		Užín	
	σ	var. koef.	σ	var. koef.	σ	var. koef.	σ	var. koef.	σ	var. koef.
<i>Quercus rubra</i>	1,74	0,41	1,24	0,21	-	-	1,25	0,25	-	-
<i>Larix decidua</i>	1,88	0,58	-	-	1,85	0,52	-	-	-	-
<i>Robinia pseudoacacia</i>	1,81	0,56	-	-	-	-	3,71	0,86	-	-
<i>Quercus robur</i>	-	-	2,00	0,38	-	-	1,66	0,44	-	-
<i>Fraxinus excelsior</i>	-	-	2,68	0,46	0,72	0,38	1,28	0,32	2,14	0,48
<i>Tilia cordata</i>	-	-	1,53	0,49	-	-	1,40	0,37	-	-
<i>Pinus sylvestris</i>	-	-	-	-	3,73	0,74	-	-	-	-
<i>Pinus strobus</i>	-	-	-	-	-	-	2,00	0,53	-	-
<i>Betula pendula</i>	-	-	-	-	-	-	2,11	0,73	-	-
<i>Juglans nigra</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1,8	0,5

Tab. č. 10. Hodnoty směrodatné odchylky a variačního koeficientu průměrných přírůstů

Srovnávání přírůstových křivek

Dendrochronologické metody jsou založeny na srovnávání jednotlivých letokruhových řad (Drápela, Zach 1995). Podobnost lokálních letokruhových řad se využívá k dataci. (Kincl 1990). Míra jejich protiběžnosti odráží vliv prostředí. Průběh přírůstových křivek u jednotlivých dřevin byl porovnáván mezi sebou. Srovnávány byly vzorníky z jednoho porostu nebo z více porostů v rámci jedné výsypky. Korelační analýzy prokazují největší shodnost dřevin v rámci jednoho porostu - dub letní 94% a dub červený 77% na lokalitě Větrák, na lokalitě Střimice borovice lesní 90%. Dřeviny z různých porostů na téže lokalitě vykazují o něco menší shodnost na výsypce Šmeral VII. - dub letní 65% a jasan ztepilý 59 % souběžnosti přírůstových křivek. Na lokalitě Čepirohy – Bylany vykazovaly tři porovnávané vzorníky dubu červeného průměrnou 79% souběžnost, zatímco tři vzorníky modřínu 64% podobnost. U modřínu se potvrdilo tvrzení Šebíka (1990), který uvádí zvýšenou variabilitu letokruhových řad.

Dále byla testována shoda přírůstových křivek stejných druhů dřevin na různých lokalitách. U dubu letního se projevila nižší míra souběžnosti na lokalitě Větrák a Šmeral VII (55%). U dubu červeného byla testována podobnost přírůstových křivek v jednotlivých kombinacích. Prokazatelnou souběžnost vykazuje pouze kombinace Čepirohy – Bylany a Šmeral VII 65%. V kombinacích Čepirohy – Bylany - Větrák a Šmeral VII - Větrák nebyla významná souběžnost přírůstových křivek prokázána. Jasan ztepilý se vyskytoval na 4 lokalitách (Šmeral VII, Střimice, Větrák a Užín). Vzájemnou korelační analýzou byla prokázána pouze nižší závislost kombinace Šmeral VII a Větrák (53%).

Po zhodnocení výše uvedených výsledků je zřejmý velký vliv prostředí na přírůst dřevin. Velkou roli na vývoj tloušťkového přírůstu má lokální mikroklima a především složení výsypkového substrátu. V rámci jednotlivých lokalit (výsypek) dosahovala souběžnost přírůstových křivek daleko větší míry než mezi jednotlivými lokalitami. Svoji roli hraje také

vzdálenost jednotlivých lokalit, protože jak tvrdí Schweingruber (1985), s rostoucí vzdáleností podobnost jednotlivých chronologií klesá.

Průběh a kulminace přírůstů

Pro vystižení trendu přírůstů byl průběh běžných tloušťkových přírůstů a průměrných tloušťkových přírůstů vyrovnáván Korfovou křivkou (Korf 1972). Tím byly pro jednotlivé dřeviny určeny doby kulminace běžných a průměrných tloušťkových přírůstů. Pokud seřadíme jednotlivé vzorníky podle doby kulminace běžného tloušťkového přírůstu, dostaneme obecně na jedné straně dřeviny s rychlým počátečním růstem a rychlou kulminací přírůstů (pionýrské), na druhé straně dřeviny s pomalejším růstem a pozdějším nástupem kulminace. Podmínky růstu na výsypkových stanovištích jsou však natolik specifické, že dřeviny, které dosahují kulminace svého přírůstu v pozdějším věku, mají podobnější růstový cyklus pionýrským dřevinám. Příkladem může být dub letní na lokalitě Šmeral VII., který ve srovnání s ostatními druhy dosahuje nejrychlejší dobu kulminace přírůstů. Největší variabilitu doby kulminace na všech zkoumaných plochách má jasan. Na výsypce Užín dosáhl kulminace běžného tloušťkového přírůstu již ve 2 letech od výsadby a kulminaci průměrného přírůstu ve 4 letech. Naopak na lokalitě Větrák kulminoval běžný přírůst jasanu č. 1 ve 21 letech a průměrný přírůst kulminoval v 36 letech (posledním roce). Doby kulminace obou sledovaných přírůstů jsou uvedeny v tab. č. 2

Analýza letokruhových řad zjistila základní trendy růstu jednotlivých druhů na různém složení výsypkových substrátů. Vývojové trendy zkoumaných dřevin se významně liší od rostlých půd především ve velmi brzké kulminaci tloušťkového přírůstu, která se často projevuje i u klimaxových dřevin.

Na základě růstových analýz lze navrhnout schéma vývoje dřevin na výsypkových stanovištích – jednotlivá přírůstová stádia:

- fáze stagnace – období povýsadbového šoku, ujmoutí sazenice, kořenění, v tomto období dochází k minimálnímu tloušťkovému růstu
- fáze kulminace – období intenzivního růstu, projevuje se u většiny dřevin ihned po překonání fáze stagnace, v tomto období dochází ke kulminaci běžných tloušťkových přírůstů
- fáze degrese - projevující se výrazným poklesem tloušťkového přírůstu (ve srovnání s předchozí fází) vlivem věku. V tomto období se může projevit fluktuace přírůstu, která svojí velikostí nepřesahuje fázi kulminace. Fyziologickým projevem této fáze může být nástup fruktifikace.
- fáze degradace – projevující se poklesem přírůstu a jeho fluktuace vlivem úbytku asimilační plochy, viditelné prosychání korun. U pionýrských dřevin nastává dříve než u dřevin klimaxových.

9. Závěr

V práci je na vybraných výsypkových stanovištích Mostecké pánve porovnáván růst a vývoj hlavních dřevin používaných při lesnických rekultivacích. Za tímto účelem bylo u jednotlivých druhů založeno celkem 26 zkusných ploch, ze kterých bylo podle průměrných taxačních veličin vybráno 36 vzorníků. Pro vyhodnocení růstu a vývoje dřevin je použita metoda letokruhových analýz. Pro zpřesnění datace letokruhů byla analýza provedena u jednotlivých vzorníků v 10 sekcích a srovnávána mezi sebou.

Sledují se především faktory ovlivňující tloušťkový přírůst, vyhodnocuje se dynamika vývoje přírůstu u jednotlivých druhů dřevin. Dále je porovnáván vliv složení výsypkových substrátů na přírůst a hodnocena prosperita jednotlivých druhů dřevin. Použitá metoda je vhodná i pro sledování výškového růstu. Ta nebyla použita vzhledem k nevýznamným výškovým rozdílům jednotlivých vzorníků.

Pro dané lokality byly vytvořeny zprůměrováním několika vzorníků standarty přírůstových křivek pro jednotlivé lokality. Tyto lokální přírůstové standarty mohou být využity při dalších růstových analýzách dřevin na výsypkových stanovištích Jako modelovou dřevinu pro dendroekologická srovnávání na výsypkových stanovištích lze doporučit dub letní nebo dub červený, naproti tomu modřín opadavý tvoří velké množství poruch ve tvorbě letokruhů (chybějící a dvojité letokruhy) a jeho reakce na klimatické výkyvy jsou variabilní.

Z klimatických faktorů nejprůkaznější vliv na přírůst měl úhrn srážek. Snížení přírůstu se projevilo pouze v letech s podprůměrným úhrnem srážek, někdy i v následujících letech. Významný rozdíl mezi vlivem průměrných ročních srážek nebo vegetačních srážek nebyl prokázán. U některých dřevin byl potvrzen slabý vliv nízkých teplot na přírůst. Na výsypce Větrák se u většiny dřevin projevila vizuálně dobře čitelná reakce na klimatické výkyvy. Příčinu tohoto jevu lze hledat v méně příznivých stanovištních podmínkách pro růst dřevin

Sledování prokazují silný vliv prostředí na vývoj přírůstu jednotlivých dřevin. Výsledky provedených letokruhových analýz vybraných dřevin ukazují odlišnou dynamiku růstu jednotlivých druhů dřevin. V počátečních fázích se na výsypkových stanovištích lépe uplatňují dřeviny obsazující sukcesně raná stádia ekosystému (pionýrské druhy), které jsou dostatečně adaptovány na růst na obnažených půdách. Jejich růstová strategie je všem založena na velké početnosti a krátkověkosti (rychlé střídání generací), což se projevuje ve vyšší počáteční mortalitě. Dřeviny klimaxové mají počáteční nižší růst, ale jak ukazují průměrné přírůstové hodnoty po přibližně 40 letech, růstový rozdíl se postupem času vyrovnává. Nejlepších přírůstových hodnot dosahují dřeviny na výsypce Šmeral VII. a Užín

Výběr dřevin musí být v první řadě podřízen složení výsypkových substrátů. Důležité je také správné prostorové rozmístění jednotlivých druhů vycházející z ekologických nároků jednotlivých dřevin a mikroklimatických podmínek, tvořených z velké části mikrorelieфом výsypkového tělesa.

Pro rekultivační praxi lze doporučit v daném regionu pěstování produkčně i melioračně významných dřevin - dub letní, jasan ztepilý, modřín opadavý. Dub letní je v tomto prostředí klimaxovou dřevinou, která by měla plnit funkci hlavní kosterní dřeviny výsypkových porostů. Je dostatečně dlouhověká, odolná a hospodářsky perspektivní. Doporučuje se její větší plošné zastoupení. Vhodné by bylo otestovat růstové reakce chlumního ekotypu dubu letního, jehož ekologické nároky lépe odpovídají stanovištním podmínkám výsypek. Perspektivním druhem by mohl být i dub zimní.

Nejlépe odrůstající dřevinou na většině výsypkových substrátů je dub červený. Lze ho využít jako přípravnou dřevinu na substrátech s méně příznivým složením. Podle zjištěných vývojových tendencí dubu červeného lze na rozdíl od běžně užívaných přípravných dřevin (olše, topol) počítat s dlouhodobějším horizontem plnění jeho rekultivačních funkcí.

Na výsypkových stanovištích v Mostecké pánvi jsou prozatím omezené možnosti vyhodnocování růstu dřevin a vlivů na jejich růst metodou letokruhových analýz. Hlavním důvodem je nedostatek porostů, u kterých lze vyhodnotit dostatečně dlouhý průběh. Rovněž nelze hodnotit druhy, které jsou pro počáteční rekultivační fáze nevhodné, např. buk lesní. Tyto dřeviny se budou moci uplatňovat až v dalších generacích lesních porostů, kdy bude půdotvorný proces na vyšším stupni svého vývoje.

Všeobecně lze podle zjištěných údajů uvést, že dřeviny po 40 letech růstu na výsypkových stanovištích dosahují průměrných produkčních hodnot.

10. Literatura

BAILLIE, M., 1995. *A Slice Through Time: Dendrochronology and Precision Dating*. London, Routledge: 176.

BÍBA, M., KROUPOVÁ, M., 2001. Dendroklimatologické vyhodnocení přírůstu jedle, smrku a buku v oblasti Moravskoslezských Beskyd. *Zpr. Lesn. Výzk.*, 46 (3): 150–154.

BECKER, B., 1978: Dendroecological zones of central European forest communities. - In: Fletcher, J. [ed.]: *Dendrochronology in Europe*. – British Archaeological Reports, International series 51, pp. 101-114.

BECKER, M., 1989: The role of climate on present and past vitality of Silver Fir forests in the Vosges mountains of northeastern France. - *Canadian Journal of Forest Research* 19: 1110-1117.

BOUŠKA V., DVOŘÁK Z. 1997: *Nerosty severočeské hnědouhelné pánve*.- Sever.doly a.s. Chomutov, 157 s.

BÜNTGEN, U.; FRANK, D.C.; KACZKA, R.J.; VERSTEGE, A.; ZWIJACZ-KOZICA, T., ESPER, J. 2007: Growth responses to climate in a multi-species tree-ring network in the Western Carpathian Tatra Mountains, Poland and Slovakia. – *Tree Physiology* 27: 689-702.

BENEŠ, S., SEMOTÁN, J., VORÁČEK, V. 1964: *Klasifikace nadloží pro účely rekultivace v oblasti HDBS*, Praha

BENEŠ, S., 1993: *Obsahy a bilance prvků ve sférách životního prostředí. Část 1.*, Min.zem. České republiky, Praha.

COOK, E.R., HOLMES, R.L., 1986: User manual for program Arstan. - In: Holmes, R.L., Adams, R.K. et Fritts, H.C. : *Tree-Ring Chronologies of western North America: California, eastern Oregon and northern Great Basin*. Chronology Series VI. – Laboratory of Tree-Ring Research, The university of Arizona, Tuscon, 50-60.

COOK, E.R., et PETERS, K., 1981: The smoothing spline: a new approach to standardizing forest interior tree-ring width series for dendroclimatic studies. – *Tree Ring Bulletin* 41: 45-53.

COOK, E.R., KAIRIUKSTIS, L.A., 1990: *Methods of Dendrochronology – Applications in the Environmental Sciences*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers and International Institute for Applied Systems Analysis: 394.

COOK, E. R., 1990: A conceptual linear Aggregate Model for Tree Rings. – In: Cook, E.R. et Kairiukstis, L. A. [eds.]: *Methods of Dendrochronology*. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, Boston, London, 98-104.

ČEJKOVÁ, A. 2004: *Dendrochronologická analýza *Picea abies* (L.) Karsten na transektu nadmořské výšky ze Šumavy a Šumavského podhůří*. – Ms. [Magisterská práce, depon. in: Biologická fakulta, Jihočeská univerzita, České Budějovice, Česká republika].

- ČERMÁK, P., 1994: Protierozní vlastnosti výsypkových zemin používaných v Severočeském hnědouhelném revíru k rekultivačním účelům a jejich ochrana před erozí, VÚMOP, Praha
- ČERMÁK, P. A KOL., 1999: Rekultivace území devastovaných báňskou činností v oblasti severočeského hnědouhelného revíru (metodika pro praxi). VÚMOP Praha., 93s.
- ČERMÁK, P., KOHEL, J., DEDERA, F., 2002: Rekultivace území devastovaných báňskou činností v oblasti Severočeského hnědouhelného revíru. Agentura Bonus, Hrdějovice.
- ČERMÁK, P., KOHEL, J., 2003: Hodnocení půdotvorného procesu antropozemí Severočeské hnědouhelné pánve, jejich kategorizace a využití. VÚMOP Praha.
- ČERMÁK, P., ONDRÁČEK., V, 2006: Rekultivace antropozemí výsypek severočeské hnědouhelné pánve. VÚMOP Praha.
- ČERMÁK, P., 2007: Stanovení růstové vitality hodnocených taxonů dřevin. VÚMOP Praha.
- ČERMÁK, P., ONDRÁČEK., V, 2009: Stanovištní a rhyzologické vlastnosti dřevin využívaných při zalesňování výsypek severočeské hnědouhelné pánve. Metodika. VÚMOP Praha.
- DARMER, G., 1955: Biologische Grundlagen zur Wiederurbarmachung von Kippen und Halden. Die Wiederurbarmachung der Kippen und Halden in Senftenberger Braunkohlenrevier. Cottbus.
- DAVIS, G. et MELTON, R. E. 1963: Trees for graded strip-mine spoils. The Pennsylvania State Forestry School Res. Paper No. 32.
- DEJMAL, I. 2007: Demografické a sociální limity rozvoje Podkrušnohorské pánve, Studie, 24s.
- DESPLANQUE, C., ROLLAND, CH., SCHWEINGRUBER, F.,H., 1999: Influence of species and abiotic factors on extreme tree ring modulation. *Trees*, 13: 218–227.
- DIMITROVSKÝ, K., 1976: Výběr vhodných druhů dřevin a jejich směsí pro výsypková stanoviště v oblasti SR. Dílčí závěrečná zpráva. Výzkumný ústav meliorací Praha – Zbraslav.
- DIMITROVSKÝ, K., VESECKÝ, J., 1989: Lesnická rekultivace antropogenních půdních substrátů. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 132s.
- DIMITROVSKÝ, K., 1999: Zemědělské lesnické a hydrické rekultivace území ovlivněných báňskou činností. ÚZPI, Metodiky pro zemědělskou praxi č.14.
- DIMITROVSKÝ, K., 2001: Tvorba nové krajiny na Sokolovsku. 1. vyd. Sokolov: Sokolovská uhelná, a.s.
- DIMITROVSKÝ, K., NECHANICKÝ, M., KLOUBSKÁ, K. 2001: Dendrologické aspekty pro zakládání lesních porostů na výsypkových stanovištích, Sborník mezinárodní konference Sanace a rekultivace krajiny po těžbě uhlí, Teplice v Čechách

DIMITROVSKÝ, K., NECHANICKÝ, M., 2004: Závěrečná zpráva projektu „Sledování vývoje a stavu kultur lesnické rekultivace Březno IX.“ ČZU v Praze. Unico Agric.

DIMITROVSKÝ, K., JEHLIČKA, J., JETMAR, M., KUBÁT, J., 2006: Výzkum modřínů (*Larix Mill.*) v rekultivačním lesnickém arboretu Antonín na Sokolovsku a na ostatních výsypkách. In: Modřín strom roku 2006. ČZU v Praze.

DIMITROVSKÝ, K., KUNT, M., 2007: Dílčí závěrečná zpráva: Řešení obnovy přírodních složek průmyslové krajiny v systému půda – voda – vegetace – ovzduší. ČZU v Praze.

DIMITROVSKÝ, K. et al., 2008: Problematika obnovy lesů na výsypkových stanovištích - jejich vývoj, struktura a skladba. In: Obnova lesního prostředí při zalesnění nelesních a devastovaných stanovišť. ČZU v Praze.

DIMITROVSKÝ, K., 2009: Revitalizace vodního režimu na výsypkách, 26 s. ČZU v Praze.

DOMÁCÍ, L. 1977: Litostratigrafie třetihorních sedimentů v hnědouhelné severočeské pánvi. Acta Universitatis Carololinae, Geologica 1975(1), 75–80.

DOSTÁL, J., 1957: Fytogeografické členění ČSR. Sborník Čs. Společnosti zeměpisné, Praha.

DOUGLASS, A.E., 1937. Tree rings and chronology. Bulletin, University of Arizona, 8 (4). Physical Science Series 1: 36.

DRÁPELA, K., ZACH, J., 1995: Dendrometrie. MZLU v Brně. 152 s.

FRITTS, H.C. 1976: Tree rings and climate. – London, academic Press.

HUBER, B., 1952: Beiträge zur Methodik der Jahrringchronologie I. Gegenläufigkeitsprozent und Massstäbe bei der Sicherung jahringchronologischer Datierungen. Holzforschung, 33 s.

HURNÍK, S., 2001: Zavátá minulost Mostecká, Sborník Okresního muzea v Mostě, řada přírodovědná 2001, 23.

HÜTL, R., F., BRADSHAW, A., 2001. Ecology of post-mining landscapes. Restoration Ecology, 9: 339–340.

HÜTL, R., F., SCHNEIDER, B., U., 1998. Forest ecosystem degradation and rehabilitation. Ecological engineering, 10: 19–31.

JANKOVSKÁ, V., 1987: Vývoj vegetace Mostecká na základě pylových analýz sedimentů Komořanského jezera. Severočeskou přírodou, Litoměřice, 20, s.111-116.

JENIŠTA, J., ŠVEC, J., 2003: Zkušenosti získané při sledování klimatu na výsypkách na Mostecku. In: Rožnovský, J., Litschmann, T. (ed), 05-9, str. 187-193

JONAŠ, F., 1970: Průběh půdotvorných procesů na rekultivovaných výsypkách SHR. Závěrečná zpráva VÚM, Praha-Zbraslav.

JONAŠ, F., 1972: Kvalitativní diference nadložních jílů v oblasti Severočeského

Hnědouhelného revíru. Uhlí, r. XX, č. 5, 324-328

JONAŠ, F., 1975: Tvorba půdy na rekultivovaných výsypkách. Závěrečná zpráva VÚM, Praha-Zbraslav.

JONAŠ, F., 1985: Tvorba půdy na rekultivovaných výsypkách. Závěrečná zpráva VŠZ, Praha.

JONAŠ, F., SEMOTÁN, J. 1986: Klasifikace nadložních zemin pro účely rekultivace v oblasti SHR, díly I. a II., ZZ – VÚM, Praha

JONAŠ, F., 1986: Rekultivace devastovaných půd, VŠZ, Praha

JONAŠ, F., PEROUTKOVÁ, K. 1997: Kultivace a rekultivace, Katedra biotechnických úprav krajiny LF – ČZU Praha, Praha

KAENNEL, M., SCHWEINGRUBER, F.,H., 1995: Multilingual Glossary of dendrochronology. Berne, Paul Haupt Publishers, 467.

KIENAST, F., SCHWEINGRUBER, F.,H., BRÄKER, O.U., SCHÄR, E., 1987. Tree ring studies on conifers along eco-logical gradients and the potential of single-year analyses. Can. J. For. Res., 17: 683–696.

KOHEL J., 1997: Zemědělská rekultivace výsypek a problematika hodnocení vytvořených antropogenních půd. Sborník referátů konference „45 let české rekultivační školy“, Most: 122–124.

KOHEL J., DEDERA, F., ČERMÁK, P., 1993: Zpráva o výsledcích prováděného výzkumu na vybraných lokalitách antropogenních půd a výsypkových substrátů v oblasti SHR, VÚMOP Praha

KOLÁŘ, T. 2004: Dendrochronologická a xylotomická analýza historického materiálu z vybraných oblastí Šumavy a Šumavského podhůří. – Ms. [Magisterská práce, depon. in: Biologická fakulta, Jihočeská univerzita, České Budějovice, Česká republika].

KORF, V., 1972: Dendrometrie, SZN Praha, s. 371.

KOZÁK, J., VALLA, M., VACEK, O., MATULA S., DONÁTOVÁ, H., 1994: Pedologická studie vybraných výsypek dolu Bílina, VŠZ Praha, Fakulta agronomická, Katedra pedologie a geologie, Praha, 32 s.

KROUPOVÁ M., 2001. Letokruhová analýza smrku na vybraných plochách intenzivního monitoringu programu ICP Forests. In: Uhlířová H. (ed.), Monitoring zdravotního stavu lesa v České republice. Ročenka programu ICP Forests 2001. Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 78–85.

KROUPOVÁ, M., KYNCL, T., 2001. Orlické hory – mění se maximální hustota a podíl pozdního dřeva v letokruzích smrku? Zpr. Lesn. Výzk., 46 (4): 213–216.

KROUPOVÁ, M., 2002: Dendroecological study of spruce growth in regions under long-term air pollution load, Journal of Forest Science, 48, 2002 (12): 536–548

- KRIEGEL, H., JURÁSEK, A., 1992: Zpráva o aplikaci biostimulátorů Bio-algeen na lesní dřeviny v juvenilním stadiu v letech 1989-1991. VÚLHM VS Opočno [rukopis závěrečné výzkumné zprávy, depon. VS Opočno], 6 str. + přílohy.
- KUNT, M., DIMITROVSKÝ, K., MODRÁ, B., PROKOPOVÁ, D., 2007: Rekultivace fyto toxických výsypkových substrátů. – Sborník z konference: Obnova lesního prostředí při zalesňování nelesních a degradovaných půd.
- KVAČEK, Z., DVOŘÁK, Z., MACH, K., SAKALA, J., 2004: Třetihorní rostliny severočeské hnědouhelné pánve, Granit s.r.o., Praha.
- KYNCL, T., 1999: Dendrochronologické datování dřeva jako součást průzkumu historických staveb v České republice. – Naše dosavadní výsledky a zkušenosti. - In: Reinprecht, L. [eds.]: Rekonštrukcia a konzervácia historického dreva '99. – Technická univerzita, Zvolen, 15-20.
- KYNCL, T., WILD J., 2004: Použití letokruhové analýzy pro datování velkoplošného odumírání kleče v Krkonoších. Opera Corcontica 41/2: 434-440.
- MACŮREK, V., 2005: Tercierní uhlonosné relikt v ústecké části Severočeského hnědouhelného revíru. Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava, No.2, p. 43-54.
- MIKYŠKA, R. at al., 1969: Geobotanická mapa. Vegetace ČSSR, Praha.
- MUSIL, I., HAMERNÍK, J., 2003: Jehličnaté dřeviny. (Lesnická dendrologie 1) Česká zemědělská univerzita, Praha FLE: 1-232.
- MUSIL, I. et MÖLLEROVÁ, J., 2005: Listnaté dřeviny. (Lesnická dendrologie 2) Česká zemědělská univerzita, Praha FLE: 1-216.
- NEUHÄSLOVA, Z., 1998: Mapa potencionální přirozené vegetace české republiky, Academia Praha
- NOVÁK, V. 1953: Půdoznalství I, II a III, Učební texty, Praha
- PECHAROVÁ, E., 2006: Potencionální vegetace podkrušnohorských pánví a její význam pro plánování rekultivací, Regionální workshop rekultivace a socioekonomické aspekty, Ústecký kraj, pp. 22-34
- PRACH, K. ET PYŠEK, P. 1998: Dřeviny v sukcesi na antropogenních stanovištích. Zpr. Čs. Bot. Společ., Praha, Mater. 16: 59-66.
- PRACH, K., 1987: Succession of vegetation on dumps from strip coal mining., N.W. Bohemia, Czechoslovakia. – Folia Geobot. Phytotax., Praha, 22, s. 339-354.
- PÖPPERL, J. 2000: Využití některých jehličnanů rodu borovice v rekultivační praxi. – sborník Hornická Příbram.

- REMEŠ, J., DIMITROVSKÝ, K., KUBÁT J., GROSS J., 2008: Růst a vývoj dubu, smrku a modřínu na výsypkách v severo-západních Čechách. Sborník recenzovaných referátů ed. H. Prknová. ČZU v Praze.
- REMEŠ, J. 2008: Struktura porostu, jejich produkční potenciál a stav půd při uplatnění přírodě blízkého pěstování lesu. Habilitační práce, Praha, ČZU v Praze 2008, 199 s.
- ROLLAND, C.; DESPLANQUE, C.; MICHALET, R., SCHWEINGRUBER, F.,H 2000: Extreme tree rings in spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) and fir (*Abies alba* Mill.) stands in relation to climate, site, and space in the Southern French and Italian Alps. – Arctic, Antarctic, and Alpine Research 32 (1): 1-13.
- SANDER, C., ECKSTEIN, D., KYNCL, J., DOBRÝ, J., 1995. The growth of spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) in the Krkonoše Mountains as indicated by ring width and wood density. Ann. Sci. For., 52: 401–410.
- SCHICKLER, B.; LEVANIČ, T.; ČUFAR, K., ECKSTEIN, D. 1997: Climate-growth relationship of fir in the Dinaric mountains in Slovenia using different standardizations and response function calculations. – Dendrochronologia 15: 207-214.
- SCHOBER, R., 1949: Die Lärche, eine ertragskundlich – biologische Untersuchung. Hannover, Verlag Schaper.
- SCHWEINGRUBER, F.,H., 1983. Der Jahrring, Standort, Methodik, Zeit und Klima in der Dendrochronologie. Bern, Paul Haupt: 234.
- SCHWEINGRUBER, F.,H., 1985: Dendroecological zones in the coniferous forests of Europe. – Dendrochronologia 3: 67-75.
- SCHWEINGRUBER, F.,H, ECKSTEIN, D., SERRE-BACHTEN, F., BRÄKER, O.U. 1990: identification, presentation and interpretation of event years and pointer years in dendrochronology. – Dendrochronologia 8: 9-38.
- SCHWEINGRUBER, F.,H., ET MÜLLER, M., 1992: Dendrochronological evidence in fir and spruce of alternating frosts in Switzerland. – Dendrochronologia 10: 23-28.
- SCHWEINGRUBER, F.,H., 1996: Tree rings and environment, dendroecology. Bern, Paul Haupt., 609 s.
- SIXTA, J. 2002: Tvorba půd, In: Přikryl, I. et. al. (Eds.) Obnova funkcí krajiny narušené povrchovou těžbou, Závěrečná zpráva výzkumného projektu VaV, Praha
- SIXTA, J. 2005: Vývoj náhledu na tvorbu antropogenních půd v rámci rekultivačních činností, Budoucnost 2005, Sborník konference Revitalizace krajiny postižené těžbou - úspěšné projekty, Karlovarský kraj, pp.. 69 - 75
- SIXTA, J. 2006: projekt Reregions a jeho význam pro Ústecký kraj, Regionální workshop rekultivace a socioekonomické aspekty, Ústecký kraj, s. 1-2
- SKALICKÝ, V., 1988: Regionálně fytogeografické členění. – In: Hejný S., Slavík B. [eds.],

Květena České socialistické republiky 1: 103 -121, Academia, Praha.

ŠEBÍK, L., POLÁK, L., 1990: Naúka o produkci drev. Priroda. Bratislava. 322 s.

ŠPIŘÍK, F., 1970: Lesnické meliorace převýšených výsypek a hald v oblasti SHR. DZZ, VÚM.

ŠPIŘÍK, F., DEDERA, F. 1987: Metodické pokyny – Racionalizace zemědělských rekultivačních postupů v oblasti SHD, VÚZZP, Praha

ŠPIŘÍK, F., 1992: Racionalizace lesnických rekultivací území, devastovaných báňskou činností v oblasti Severočeského hnědouhelného revíru - komplexními opatřeními. Metodika pro praxi. VÚMOP Praha.

ŠRÁMEK V., 2000: Vliv klimatických a meteorologických faktorů na vitalitu dřevin a ekologickou stabilitu lesních porostů. [Dizertační práce.] Brno, MZLU: 173.

ŠRÁMEK V., VEJPUSTKOVÁ M., NOVOTNÝ R., HELLEBRANDOVÁ, K. 2008: Yellowing of Norway spruce stands in the Silesian Beskids – damage extent and dynamics. *Journal of Forest Science*, 54(2): 55–63.

ŠTÝS, S., 1966: Rekultivace a tvarování výsypek. Dům techniky SHD Most.

ŠTÝS, S. A KOL., 1981: Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin. SNTL Praha.

ŠTÝS, S. 1990: Rekultivace území devastovaných těžbou nerostů, Informační publikace č. 3/1990, SNTL, Praha

ŠTÝS, S., 1996: Zelené plíce černého severu. Ecoconsult Pons, Most, 52s.

ŠTÝS, S., 2001: Mostecko – minulost–současnost, Most, 2001

ŠTÝS, S.. 2001.: Rekultivační obnova těžbou postižených pozemků a krajiny. In: Mostecko – minulost a současnost, účel. publikace Mostecké uhelné společnosti, a.s., Most, pp. 181-189

ŠTÝS, S. 2006: Rekultivace jako integrální součást těžby, Sborník mezinárodní konference Hnědé uhlí a energetika 2006, Most

TELEWSKI, F.W. et LYNCH, A. M., 1991: Measuring growth and development of stems. – In:Lassoie, J.P. et Hinckley, T.M. [eds.]: Tree-rings and People. International Conference on the Future of Dendrochronology, Davos, 22-26 September 2001: 41.

ÚRADNÍČEK, L., MADĚRA, P. a kol., 2001: Dřeviny České republiky, Písek

VANĚK, P., DIMITROVSKÝ, K., ŠTRUDL, M., 1998: Ekologická stabilita antropogenních půd. Hnědé uhlí IV.

VINŠ, B., 1960: Proměnlivost šířky letokruhů vzhledem k ekologickým podmínkám. Zprávy dendrologické sekce ČSBS 4, 1960, s. 24-35.

VINŠ, B., 1961: Použití letokruhových analýz k průkazu kouřových škod. Část I. Metodický příspěvek k zpracování letokruhových analýz. - Lesnictví, č. 7, s. 753-770.

VINŠ, B., 1962: Použití letokruhových analýz k průkazu kouřových škod. Část II. Příspěvek k hodnocení letokruhových analýz. - Lesnictví, č. 8, s. 263-280.

VINŠ, B., LUDERA, J., 1967. Použití letokruhových analýz k průkazu kouřových škod. Část III: Hodnocení vývoje běžného přírůstu na trvalých zkusných plochách a kalkulace celkových přírůstových ztrát v decenniu 1954 až 1963. Lesn. Čas., 13: 409-444.

VINŠ, B., POSPÍŠIL, F., KUČERA, J., 1982: Příspěvek k hodnocení vývoje kouřových škod v chráněné krajinné oblasti Jizerských hor. Lesnictví, č. 2, s. 87-102. Dendrochronologia 19 (2): 197-209.

VOGEL, R.B., SCHWEINGRUBER, F., H. 2001: Centennial variability of tree-ring width of spruce, fir and oak in relation to climate in Switzerland for the last 450 years. –

VRÁBLÍKOVÁ, J., SEJÁK, J., DEJMAL, I., NERUDA, M.,: Možnosti trvale udržitelného hospodaření v antropogenně postižené krajině. Metodická příručka, 123 s. UJEP FŽP Ústí n. L. 2007

VRÁBLÍKOVÁ, J. A KOL., 2008a: Revitalizace antropogenně postižené krajiny v Podkrušnohoří I. část: Přírodní a sociálně ekonomické charakteristiky disparit. FŽP UJEP, Ústí nad Labem, ISBN 978-80-7414-019-8, 182 str.

VRÁBLÍKOVÁ J. A KOL., 2008b: Revitalizace antropogenně postižené krajiny v Podkrušnohoří. II. část: Teoretická východiska pro možnost revitalizace území modelové oblasti. FŽP UJEP, Ústí nad Labem, ISBN 978-80-7414-0085-3, 154 str.

WAZNY T., ECKSTEIN, D., 1992. The dendrochronological signal of oak (*Quercus* spp.) in Poland. Dendrochronologia, 9: 35-49.

WHITTAKER, R.H., 1974: Climax concepts and recognition. – In: Knapp. R. [ed.]: Vegetation dynamics, pp. 139-154. Hague.

WIEDEMANN, E., 1955: Ertragskundliche und waldbauliche Grundlagen der Forstwirtschaft. Frankfurt a. M., J.D. Sauerländer's Verlag, 346 s.

WROBEL, S., ECKSTEIN, D., 1993. The capability of joint dendrochronological-architectural large-scale studies. In: Proceedings Dendrochronology and the Investigations of Buildings, 1-2 November 1991, Oslo. Riksantikvarens Rapport, 22: 42-48.

WÜNSCHE, M. ET LORENZ, W. ET SCHUBERT, A., 1969: Die Bodenformen der Appen und Halden im Braunkohlengebiet südlich von Leipzig.

ZELENÝ, V., 1999: Rostliny Bílinska. Grada Publishing, Praha, 135 s.

Ostatní zdroje:

Plán sanace a rekultivace MUS a.s. pro období 2000-2005. Říjen 1999.

Hydroprojekt Praha, a.s., 1996: Likvidace lomu Ležáky – dokumentace EIA ve smyslu zákona ČNR č.244/92 Sb. Hydroprojekt Praha, a.s., Praha.

Meteorologická data ze stanice Kopisty.

Severočeské doly a.s. [online]. Dostupné z WWW: <http://www.sdas.cz/showdoc.do?docid=4>

Palivový kombinát Ústí s.p. [online]. Dostupné z WWW: www.pku.cz

Czech Coal [online]. Dostupné z WWW: <http://www.czechcoal.cz/cs/>

Zpráva společnosti Mostecká uhelná a.s. Činnost a udržitelný rozvoj v roce 2006, MUS Czech Coal Group 2007

Ročenka životního prostředí Ústeckého kraje 2007, vydal Krajský úřad Ústeckého kraje 2008

Ročenka životního prostředí Ústeckého kraje 2008, vydal Krajský úřad Ústeckého kraje 2009