

Lesy České republiky, s.p., Hradec Králové

**VÝZKUMNÉ PROJEKTY
GRANTOVÉ SLUŽBY LČR**



Projekt

**VYHODNOCENÍ PRODUKČNÍHO A PĚSTEBNÍHO
POTENCIÁLU MODŘÍNU OPADAVÉHO NA
VYBRANÉM MODELOVÉM ÚZEMÍ**

Závěrečná zpráva projektu

Řešitel

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i.



Odpovědný řešitel:

Ing. David Dušek, Ph.D.

Spoluřešitelé:

Ing. Monika Vejpustková, Ph.D.; Ing. Tomáš Čihák, Ph.D.;

Ing. Jiří Novák, Ph.D.

Strnady a Opočno, únor 2025

Obsah

Úvod	3
Kmenové analýzy	4
Metodika kmenových analýz	4
Výsledky kmenových analýz	9
Porovnání empiricky stanovených objemů s modelovými hodnotami	14
Letokruhové analýzy	18
Data NIL	21
Analýza dat LHP pro LHC Vítkov	30
Výsledky analýzy dat LHP pro LHC Vítkov	30
Hodnocení stojících stromů	35
Metodika hodnocení stojících stromů	35
Výsledky hodnocení stojících stromů	37
Pěstební doporučení pro modřín opadavý v PLO 29 Nízký Jeseník	41
Úvod	41
Obecné zásady pěstování modřínu	41
Pěstební opatření v nesmíšených MD porostech a porostech s dominantním zastoupením MD.....	42
Opatření v nesmíšených porostech MD z umělé obnovy:	42
Nesmíšené porosty MD z přirozené obnovy	42
Pěstební opatření v CHS 45	43
Pěstební opatření ve směsích MD s BK	43
Pěstební opatření ve směsích MD se SM	43
Pěstební opatření ve směsích MD s BO	44
Pěstební opatření ve směsích MD s DB	44
Pěstební opatření ve směsích MD s JD	44
Pěstební opatření v pestrých směsích MD a dalších především listnatých dřevin	44
Pěstební opatření odlišná od opatření v CHS 45	45
Pěstební opatření ve směsích MD s BK	45
Pěstební opatření ve směsích MD se SM	45
Pěstební opatření ve směsích MD s BO	45
Pěstební opatření ve směsích MD s DB	45
Pěstební opatření ve směsích MD s JD	45
Pěstební opatření v pestrých směsích MD a dalších především listnatých dřevin	45

Projekty Grantové služby LČR

Vyhodnocení produkčního a pěstebního potenciálu modřínu opadavého na modelovém území

Návrh cílových druhových skladeb, obmýtí a obnovní doby pro CHS s významným zastoupením MD v PLO 29 Nízký Jeseník.....	47
CHS 41 – Exponovaná stanoviště středních poloh.....	47
HS 411 SM	47
HS 412 JD	47
HS 413 BO	47
HS 415 DB	48
HS 416 BK	48
HS 417 listnatý smíšený	48
CHS 45 – Živná stanoviště středních poloh.....	49
HS 451 SM	49
HS 452 JD	49
HS 453 BO	49
HS 454 MD	50
HS 455 DB	50
HS 456 BK	50
HS 457 listnatý smíšený	50
CHS 47 – Oglejená stanoviště středních poloh.....	51
HS 471 SM	51
HS 473 BO	51
HS 475 DB	51
HS 477 listnatý smíšený	51
CHS 55 – Živná stanoviště vyšších poloh	52
HS 551 SM	52
HS 552 JD	52
HS 554 MD	52
HS 556 BK	52
HS 557 listnatý smíšený	52
Souhrn za závěrečnou zprávu	53
Literatura	54
Příloha	55

Úvod

Závěrečná zpráva projektu „Vyhodnocení produkčního a pěstebního potenciálu modřínu opadavého na vybraném modelovém území“ podává informace o průběhu řešení a výsledcích projektu GSLČR řešeného v období březen 2023 až únor 2025.

Cíle projektu:

- 1) Na základě kmenových analýz vzorníků a dalších dendrometrických měření (zjišťování objemů a tvaru kmene stojících stromů) stanovit objemový přírůst a těžební možnosti modřínu na vybraném modelovém území s možností využití poznatků pro území s podobnými stanovištními podmínkami.
- 2) Na základě informací z dat NIL provést podrobné vyhodnocení produkčních ukazatelů modřínu na území ČR.
- 3) Na základě dosavadních výzkumných poznatků budou formulována provozně uchopitelná pěstební a hospodářsko-úpravnická doporučení pro porosty zájmového území.

Po konzultaci se zadavatelem byla jako modelové území vybrána organizační jednotka LS Vítkov. Většina porostů organizační jednotky se nachází v PLO 29 Nízký Jeseník (malá část v PLO 39) a v minulosti byla postižena rozsáhlou kalamitou spojenou s rozpadem převážně smrkových porostů. Modřín je zde v současnosti významným nositelem objemové i hodnotové produkce. Vtroušený a přimísený modřín často zůstal v kalamitních porostech zachován v podobě ředin a jednotlivých výstavků.

Kmenové analýzy

Metodika kmenových analýz

Pro kmenové analýzy bylo na území LS Vítkov vytipováno 10 porostů se zastoupením modřínu opadavého (Obr. 1, Tabulka 1). Porosty byly vybrány ve dvou věkových kategoriích (1) od 70 do 110 let a (2) nad 110 let. V každé kategorii byly vybrány jak zapojené porosty, respektive jejich zapojené části, tak porosty se sníženým zakmeněním, kde se MD nachází ve výstavkovém postavení. Pro výběr porostů byly poskytnuty podklady z datového skladu LČR, výběr byl konzultován s pracovníky LS Vítkov. U ředin byla důležitým kritériem doba, kdy došlo k razantnímu uvolnění zápoje. Velmi užitečným podkladem pro přesnější určení doby intenzivních těžeb ve vytipovaných porostech, respektive jejich částech, se ukázaly historické letecké snímky, které jsou volně dostupné na geoportálu ČÚZK od roku 2000 (ČÚZK 2023).

Terénní odběry vzorků proběhly ve dvou etapách, první ve dnech 17. – 19. 4. 2023 a druhá 16. – 18. 10. 2023. V každém porostu byly vybrány 3 vzorníky pro kmenové analýzy (Tabulka 2). Před pokácením byla na kmeni každého vzorníku vyznačena výčetní výška o orientaci kmene ke světovým stranám a byla změřena výčetní tloušťka. Po skácení byla pásmem přesně odměřena délka kmene, výška nasazení koruny a délka hroubí kmene, sprejem byla na kmeni vyznačena vodící čára orientovaná k severu. Následně byl z každého kmene odebrán kotouč z výčetní výšky a další kotouče po sekcích o délce maximálně 4,2 m. Délka sekce byla zvolena s ohledem na další ekonomické využití dřevní hmoty. Kromě toho byl odebrán výřez z pařezu pro přesné určení věku stromu. Kotouče byly v terénu označeny kódem plochy, číslem vzorníku a výškou odběru (Obr. 2). V rámci jarní kampaně bylo odebráno celkem 181 kmenových kotoučů a na podzim dalších 174.

U kmenových kotoučů byla bezprostředně po transportu do laboratoře změřena tloušťka v kůře a bez kůry. Poté byly kotouče pomalu vysušeny. Následně byl povrch kotoučů zbroušen a na každém kotouči byly změřeny radiální tloušťkové přírůsty na 4 poloměrech. Pro dendrochronologické analýzy byl využit měřicí stůl TimeTable 2 a software Past 4. Naměřené letokruhové série byly synchronizovány metodou křížového datování a v sériích byly opraveny zjištěné nepravidelnosti v tvorbě letokruhů (doplněny chybějící letokruhy, odhaleny falešné letokruhy). Datované letokruhové série byly dále použity pro určení velikosti výškových přírůstů. Běžný roční výškový přírůst byl kalkulován lineární interpolací pro každý segment kmene, kdy do modelu vstupuje délka segmentu a rozdíl počtu letokruhů na počátku a na konci sekce. S využitím běžných ročních tloušťkových a výškových přírůstů lze vykreslit kompletní kmenový profil (Obr. 3). Díky tomu je možné v každé sekci kmene vypočítat běžný roční objemový přírůst a tyto hodnoty sumarizovat do ročního objemového přírůstu celého kmene. Pro každý vzorník byl dále vyčíslen běžný roční tloušťkový přírůst a přírůst na kruhové ploše. Běžný roční přírůst všech veličin byl použit k výpočtu průměrného přírůstu a kumulativního růstu. Růstové trendy byly v první fázi aproximovány pomocí statických růstových modelů (Korfova funkce, Michajlovova funkce). Ukázalo se, že tento postup nelze z důvodu vysoké variability přírůstu využít u všech vzorníků. Vzhledem k tomu, že proložení přírůstů polynomem není pro analýzu růstových dat zcela korektní, byla zvolena kombinace metody statických růstových modelů a metody klouzavých průměrů.

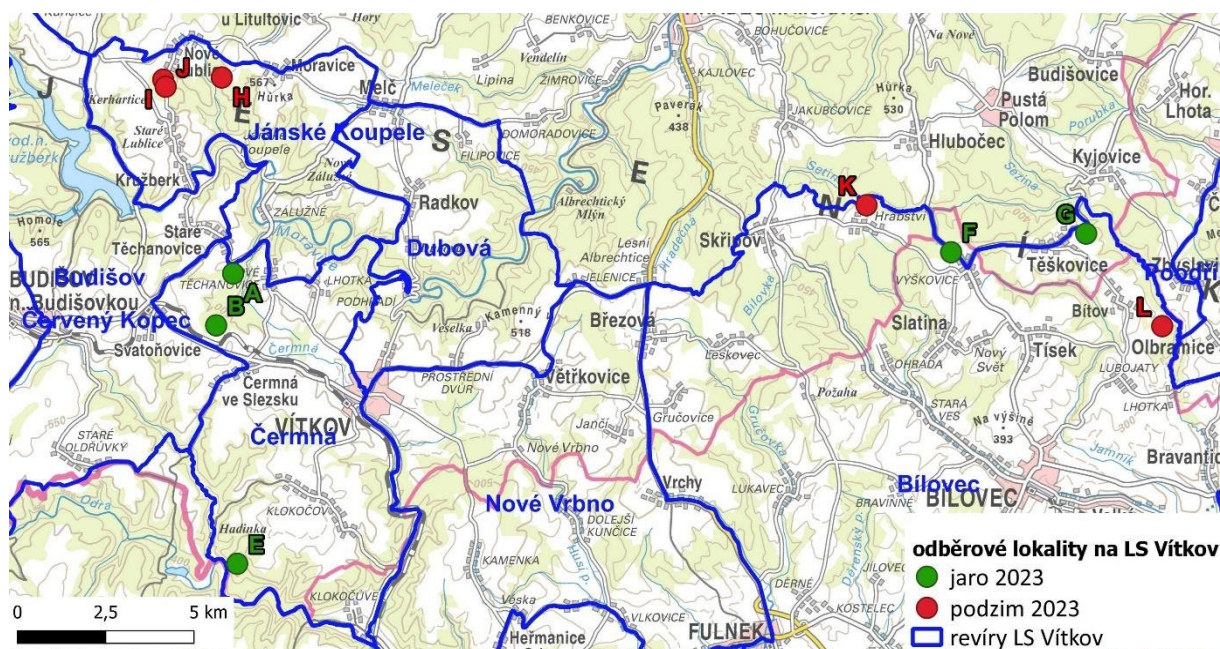
Další část kmenových analýz byla zaměřena na výpočet výtvarnice a štíhlostního kvocientu. Nepravá výtvarnice ($f_{1,3}$) byla počítána jako poměr skutečného objemu stromu a válce s průměrem odpovídajícím tloušťce kmene ve výčetní výšce v daném věku a s výškou odpovídající délce kmene v daném věku. Pravá výtvarnice ($f_{0,1}$) byla vyjádřena jako poměr skutečného objemu stromu a válce

Projekty Grantové služby LČR

Vyhodnocení produkčního a pěstebního potenciálu modřinu opadavého na modelovém území

s průměrem v 1/10 výšky stromu v daném věku. Hodnoty tloušťky pro daný věk v odpovídající výšce byly zjišťovány pomocí lineární interpolace. Štíhlostní kvocient byl počítán jako poměr výšky (m) a výčetní tloušťky (cm) v daném věku.

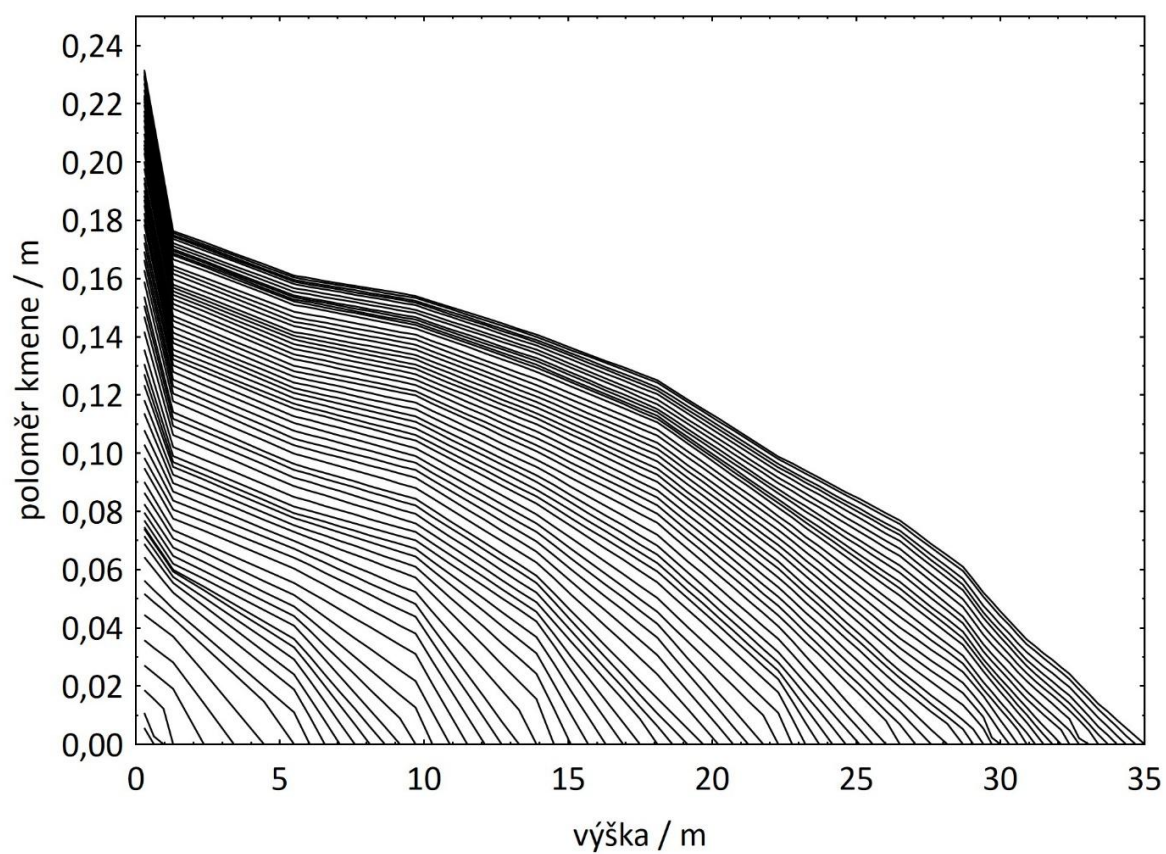
Dále byla analýza rozšířena o srovnání růstových křivek odvozených z naměřených dat s růstovými křivkami z dostupných růstových tabulek pro modřín (Černý, Pařez 1998). Pro všechny vzorníky (A až L) byl porovnán objem hroubí s kůrou (s.k.) a bez kůry (b.k.) stanovený na základě přímého měření kmene po sekcích s hodnotami odečtenými z Hmotových tabulek ÚLT (Lesprojekt 1952) a s hodnotami vypočtenými s využitím objemových rovnic pro modřín z práce Petráše a Pajtíka (1991). Kromě hroubí s.k. byly porovnány i naměřené objemy kmene s.k. a b.k. s vypočtenými hodnotami dle Petráše a Pajtíka (1991). Dále byl u pokácených vzorníků kvantifikován podíl kůry a tyto hodnoty byly opět porovnány s modelovými hodnotami vypočítanými podle rovnic Petráše a Pajtíka (1991). U vzorníků byl rovněž analyzován podíl kůry na celkovém objemu sekce v závislosti na výšce sekce na kmeni.



Obr. 1. Lokalizace odběrových míst pro kmenové analýzy na LS Vítkov.



Obr. 2. Odběr kmenových kotoučů pro kmenové analýzy na lokalitě E (revír Čermná, porost 832C15).



Obr. 3. Grafické znázornění profilu kmene vzorníku A1

Projekty Grantové služby LČR

Vyhodnocení produkčního a pěstebního potenciálu modřínu opadavého na modelovém území

Tabulka 1. Stanovištní a porostní charakteristiky odběrových míst pro kmenové analýzy na LS Vítkov.

ID	Číslo porostu	Revír	Odběrová etapa	Zeměpis. šířka (°)	Zeměpis. délka (°)	Nadm. výška	LT	Věk	Zastoupení dřevin	Zakm.	Doba uvolnění	Pozn.
A	842 B 7b/1p	Čermná	jaro 2023	49,807433	17,700947	464	4S3	70	MD 97, SM 1, OL 2	9	---	po r. 2000 bez těžeb
B	840 G 11/2e	Čermná	jaro 2023	49,794416	17,694273	536	4S1	110	MD 68, BO 30, SM 2	1	2006-2009	
E	832 C 15	Čermná	jaro 2023	49,734497	17,702548	505	4S1	144	MD 22, JD 60, BO 10, KL 5, HB 3	4	2006-2009	
F	217 C 9/1	Bílovec	jaro 2023	49,812781	17,982733	455	4B5	87	MD 34, BO 27, LP 14, DB 10, DBC 5, BR 5, JS 3, SM 2	2	2009-2012	první zásah mezi 2000-2003; pomalé prořezávání v následujících letech
G	232 C 12a	Bílovec	jaro 2023	49,817466	18,035744	360	4B9	114	MD 26, BK 25, HB 20, JS 12, JD 7, KL 5, DB 5	8	---	vzorníky vybrány v zapojené části porostu, po r. 2000 bez těžeb
H	512 A 10	Jánské Koupele	podzim 2023	49,856635	17,696481	525	4B5	98	MD 24, BK 70, BO 2, JD 2, SM 2	10	---	
I	507 B 13a	Jánské Koupele	podzim 2023	49,856107	17,673504	520	4H3	121	MD 50, SM 15, BK 15, JD 10, BO 5, LP 5, OL2	8	---	zapojená část porostu
J	507 B 13a	Jánské Koupele	podzim 2023	49,854321	17,674444	520	4H3	121	MD 50, SM 15, BK 15, JD 10, BO 5, LP 5, OL2	4	2009-2012	odtěžená část porostu, výstavky MD, BO a JD
K	219 C 10	Bílovec	podzim 2023	49,824587	17,949525	450	4B5	100	MD 6, JS 42, DB 19, BK 9, DBC 6, KL 6, BO 4, LP 4, SM 4	4	2003-2006	
L	228 A 12	Bílovec	podzim 2023	49,794215	18,065581	300	3S9/3H5	116	MD 43, BO 30, DG 15, DB 10, JD 2	3	2000	u MD častá hniloba kmene

Projekty Grantové služby LČR

Vyhodnocení produkčního a pěstebního potenciálu modřínu opadavého na modelovém území

Tabulka 2. Parametry kmenových vzorníků odebraných pro kmenové analýzy.

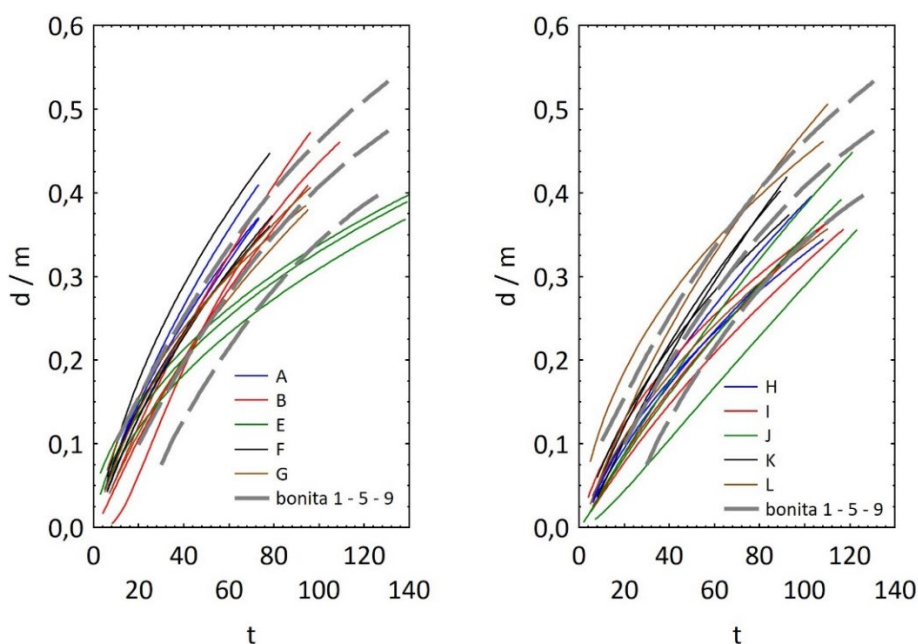
ID lokality	Porost	Vzorník	d1.3 (cm)	Délka kmene (m)	Výška nasazení koruny (m)	Délka hroubí (m)	Počet odebraných kmenových kotoučů
A	842B7b/1p	A1	42,0	35	14,9	32,1	12
		A2	41,3	34,2	19,4	31,7	12
		A3	46,0	36,9	9,2	34,3	15
B	840G11/2e	B1	54,0	33,7	13,4	31,4	13
		B2	47,9	35,0	14,3	32,0	13
		B3	53,0	34,4	12,1	32,2	12
E	832C15	E1	48,1	35,4	9,7	33,7	12
		E2	49,2	37,6	19,3	36,1	14
		E3	49,7	39,3	18,2	37,0	12
F	217C9a	F1	43,8	31,2	9,0	28,5	10
		F2	43,5	31,1	14,2	27,6	12
		F3	48,5	32,2	12,3	29,7	12
G	232C12a	G1	40,0	32,0	21,1	---	10
		G2	41,7	30,4	16,5	28,6	10
		G3	47,1	31,1	9,3	28,6	12
H	512A10	H1	45,5	36,0	27,8	33,8	10
		H2	39,5	36,75	29,1	---	10
		H3	44,4	40,2	32,6	37,4	12
I	507B13a	I1	44,5	36,5	28,0	34,6	12
		I2	47,5	38,1	26,2	35,6	12
		I3	45,5	36,4	23,1	34,3	13
J	507B13a	J1	43,3	37,4	24,3	35,0	11
		J2	53,7	39,5	20,9	37,0	14
		J3	51,1	35,3	19,5	33,5	12
K	219C10	K1	49,2	30,4	14,1	28,3	11
		K2	42,6	29,7	15,6	27,3	12
		K3	49,4	29,4	16,1	27,4	9
L	228A12	L1	57,8	36,1	14,3	33,6	11
		L2	43,5	34,95	16,5	32,3	11
		L3	56,1	34,65	15,6	32,6	14

Výsledky kmenových analýz

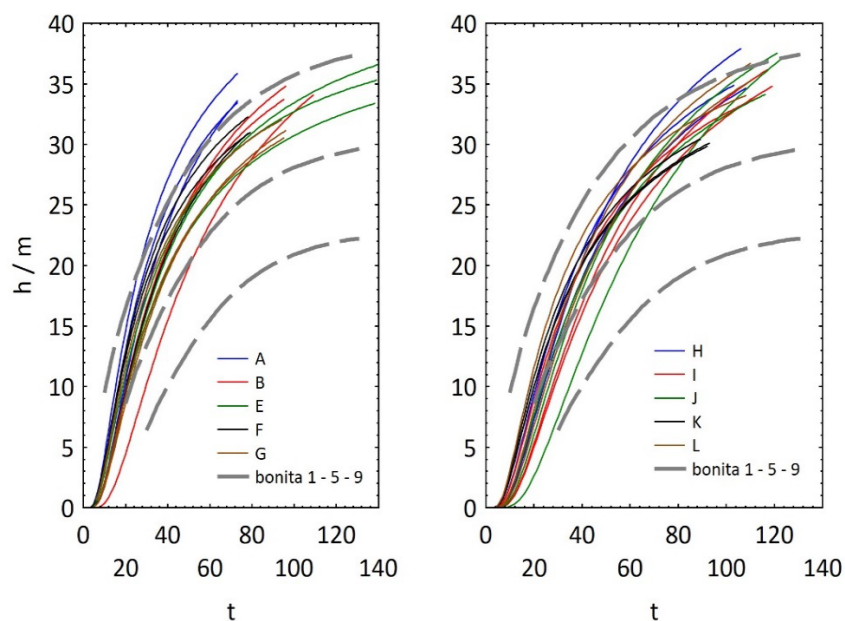
Růstové křivky a křivky běžných a průměrných přírůstků všech základních dendrometrických veličin (výčetní tloušťky, výšky, kruhové plochy i objemu kmene) a dále grafy vývoje nepravé a pravé výtvarnice a štíhlostního kvocientu pro všechny analyzované vzorníky jsou uvedeny v přílohách 1. a 2. kontrolní zprávy projektu.

Z porovnání křivek tloušťkového růstu analyzovaných vzorníků je patrné, že zatím nedochází ke zploštění růstových křivek, vzorníky jsou tedy stále ve fázi intenzivního růstu. Je také patrné, že tloušťkový růst je u mladších porostů rychlejší (Obr. 4).

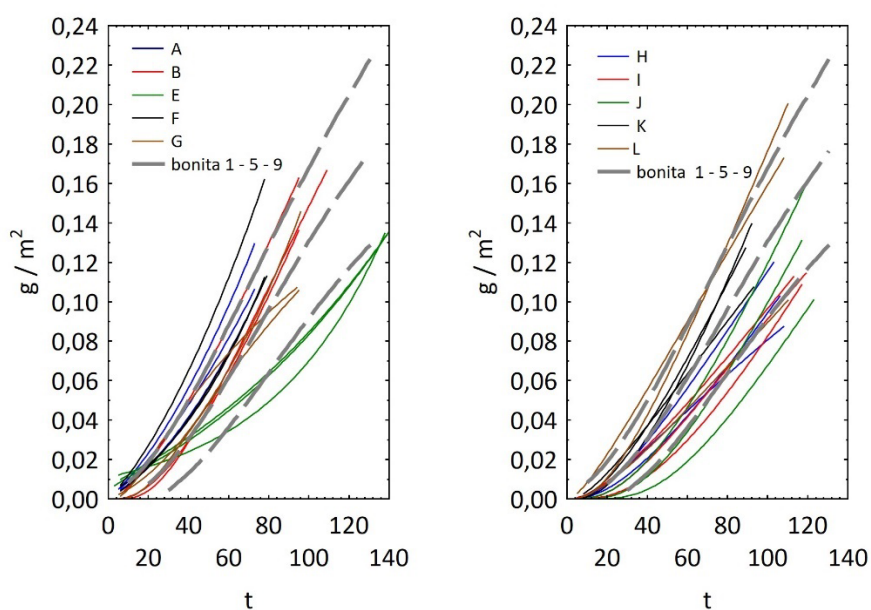
Výškový růst, na rozdíl od tloušťkového růstu, vykazuje zpomalení přibližně od 60 let věku, růstové křivky nabývají typického tvaru S-křivky. Výškový růst je mezi lokalitami vyrovnaný, pouze nejmladší porost na lokalitě A roste po lepší bonitě než ostatní porosty (Obr. 5). Růstové křivky pro kruhovou plochu i pro objem kmene dokládají intenzivní růst všech vzorníků bez ohledu na věk (Obr. 6, Obr. 7). Výsledky z obou etap odběru a hodnocení kmenových vzorníků potvrzují, že modříny jsou schopny intenzivně přirůstat i ve věku nad 100 let.



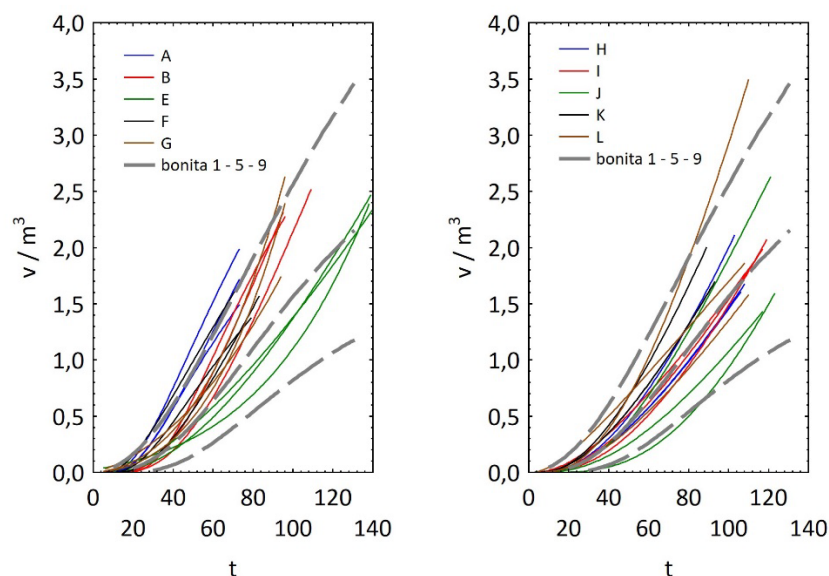
Obr. 4. Tloušťkový růst vzorníků z ploch A, B, E, F, G (vlevo) a H, I, J, K, L (vpravo) a jeho porovnání s růstovými tabulkami.



Obr. 5. Výškový růst vzorníků z ploch A, B, E, F, G (vlevo) a H, I, J, K, L (vpravo) a jeho porovnání s růstovými tabulkami.

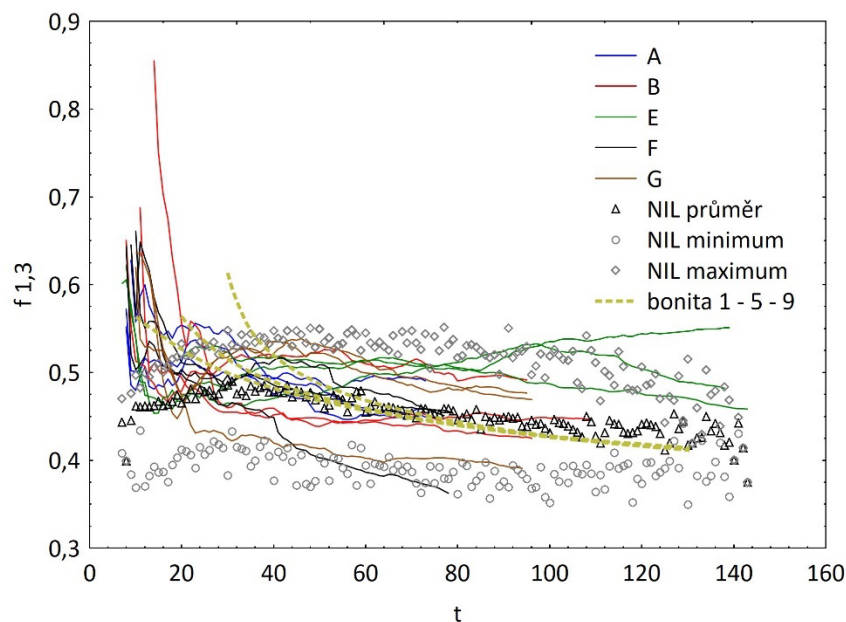


Obr. 6. Růst kruhové plochy vzorníků z ploch A, B, E, F, G (vlevo) a H, I, J, K, L (vpravo) a jeho porovnání s růstovými tabulkami.

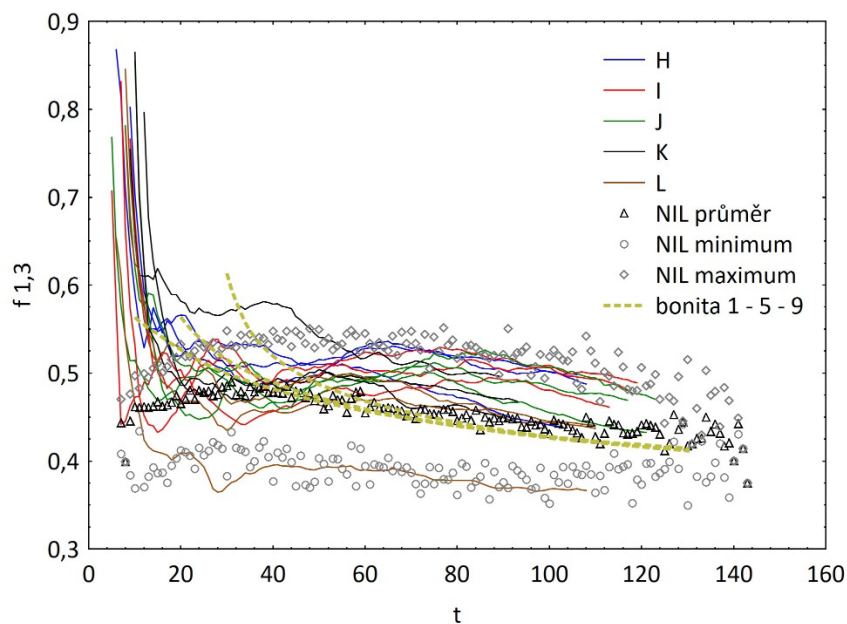


Obr. 7. Objemový růst vzorníků z ploch A, B, E, F, G (vlevo) a H, I, J, K, L (vpravo) a jeho porovnání s růstovými tabulkami.

Hodnoty pravé výtvarnice se v dospělém věku pohybují v rozmezí 0,5-0,55; nepravá výtvarnice pak nabývá hodnot od 0,4 do 0,5. Vzorníky ve většině případů vykazují typický vývoj hodnot nepravé výtvarnice. Při porovnání s hodnotami NIL, ale i s růstovými tabulkami jsou hodnoty nepravé výtvarnice ve většině případů vyšší než hodnoty průměrné (Obr. 8, Obr. 9).

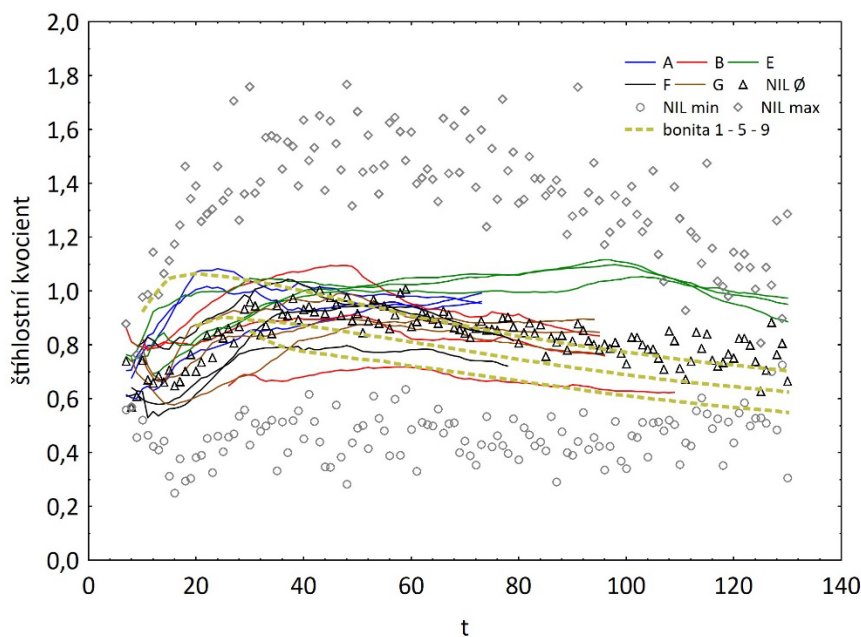


Obr. 8. Vývoj hodnot nepravé výtvarnice ($f_{1,3}$) kmenových vzorníků modřínu z ploch A, B, E, F a G a porovnání s hodnotami z dat NIL a růstových tabulek.

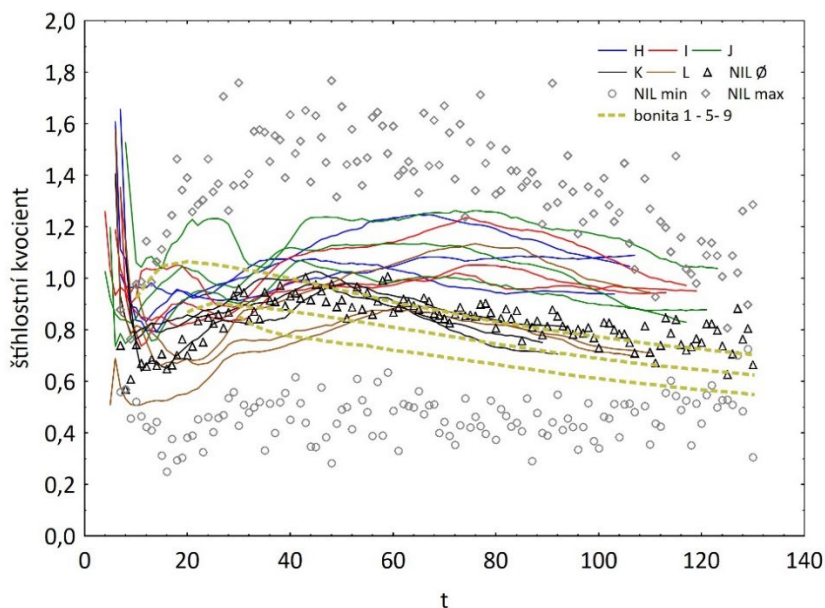


Obr. 9. Vývoj hodnot nepravé výtvarnice ($f_{1,3}$) kmenových vzorníků modřínu z ploch H, I, J, K a L a porovnání s hodnotami z dat NIL a růstových tabulek.

Štíhlostní kvocient dosahuje nejvyšších hodnot ve věku 40–80 let, kdy se jeho hodnoty pohybují nejčastěji mezi 1 a 1,2, poté klesají. Lze předpokládat že vzhledem k architektuře kořenového systému a mechanickým vlastnostem dřeva modřínu jsou kritické hodnoty štíhlostního kvocientu vyšší než u smrku ztepilého nebo borovice lesní. Tuto skutečnost lze předpokládat i na základě maximálních a průměrných hodnot zjištěných z NIL.



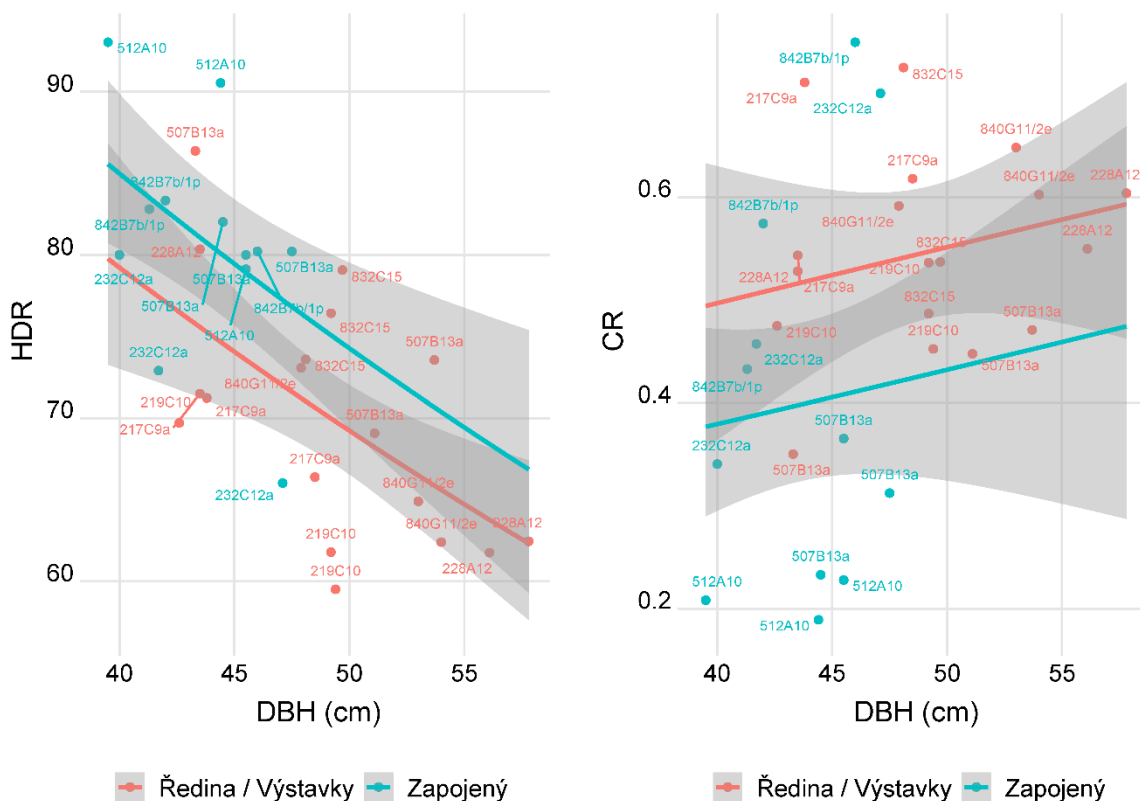
Obr. 10. Vývoj hodnot štíhlostního kvocientu kmenových vzorníků modřínu z ploch A, B, E, F a G a porovnání s hodnotami z dat NIL a z růstových tabulek.



Obr. 11. Vývoj hodnot štíhlostního kvocientu kmenových vzorků modřínu z ploch H, I, J, K a L a porovnání s hodnotami z dat NIL a z růstových tabulek.

Modříny ve výstavkovém postavení pravděpodobně více investují do přírůstu tloušťkového na úkor výškového, což se projevuje poklesem štíhlostního kvocientu. Štíhlostní kvocient uvolněných modřínů byl v průměru nižší než u modřínů rostoucích v zápoji, byť je patrná značná variabilita hodnot. (Obr. 12, vlevo).

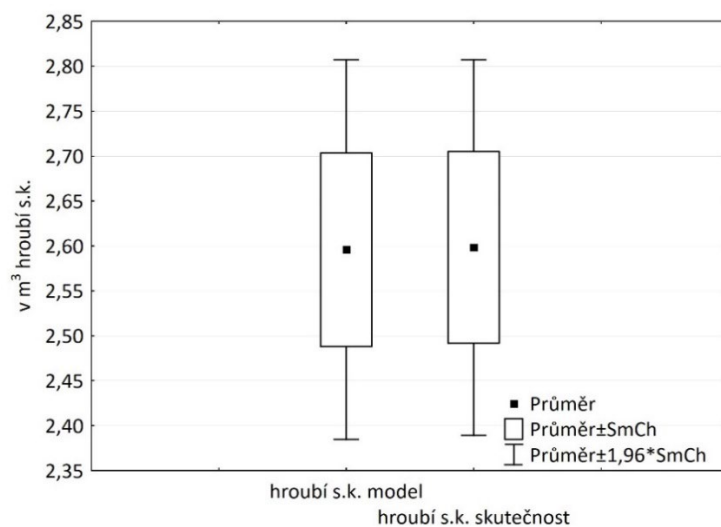
Korunový poměr (poměr délky koruny k celkové výšce stromu) vykazuje značnou variabilitu, ale i zde lze konstatovat, že uvolněné modříny v průměru vykazují vyšší hodnoty korunového poměru v porovnání s neuvolněnými stromy (Obr. 12, vpravo). Značná variabilita v hodnotách je pravděpodobně dána odlišnou pěstební historií porostů, kterou ovšem na základě našich dat nemůžeme rekonstruovat.



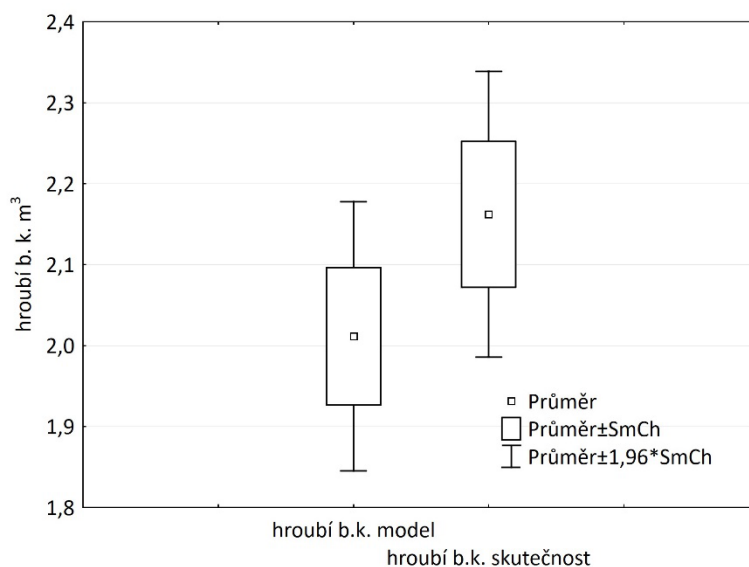
Obr. 12. Vztah mezi výčetní tloušťkou kmenového vzorníku (DBH) a jeho štíhlostním kvocientem (HDR) a korunovým poměrem (CR).

Porovnání empiricky stanovených objemů s modelovými hodnotami

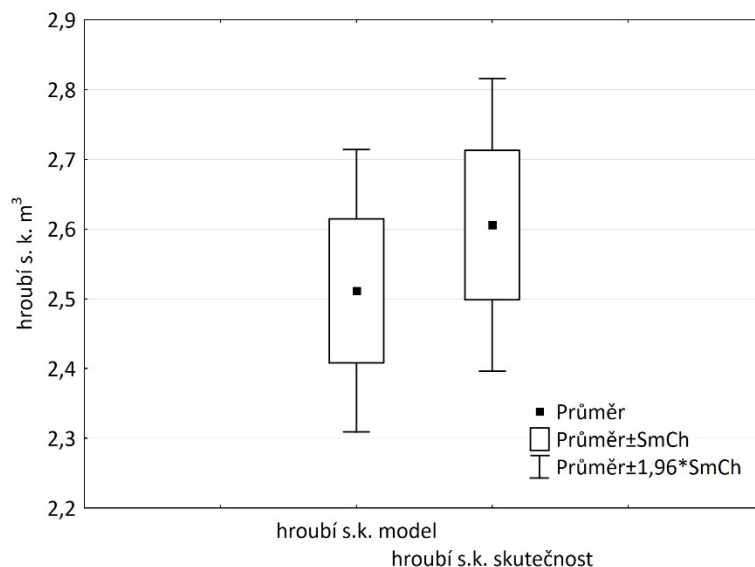
Empiricky zjištěné objemy hroubí s.k. byly pomocí párového t-testu porovnány s tabulkovými hodnotami Hmotových tabulek ÚLT (Lesprojekt 1952). Rozdíl mezi skutečnými a tabulkovými hodnotami činí $-0,002 \pm 0,21 \text{ m}^3$ a není statisticky významný (Obr. 13). Stejnou metodou byly porovnány rovněž hodnoty hroubí s.k. a hroubí b.k. s modelem Petráš, Pajtlík (1991). U obou testovaných veličin se empiricky zjištěné hodnoty významně liší od modelových ($p < 0,05$), přičemž model výsledky systematicky podhodnocuje (Obr. 14, Obr. 15). Rozdíl mezi skutečnými a modelovými hodnotami je u hroubí b. k. $-0,151 \pm 0,155 \text{ m}^3$ a u hroubí s. k. $-0,094 \pm 0,176 \text{ m}^3$. Zjištěné skutečnosti platí pouze pro stromy s výčetní tloušťkou odpovídající testovaným vzorníkům, tedy v rozsahu výčetní tloušťky cca 46–58 cm a výškou 29–40 m.



Obr. 13. Porovnání empiricky zjištěného objemu hroubí s.k. a modelových hodnot dle Hmotových tabulek ÚLT.

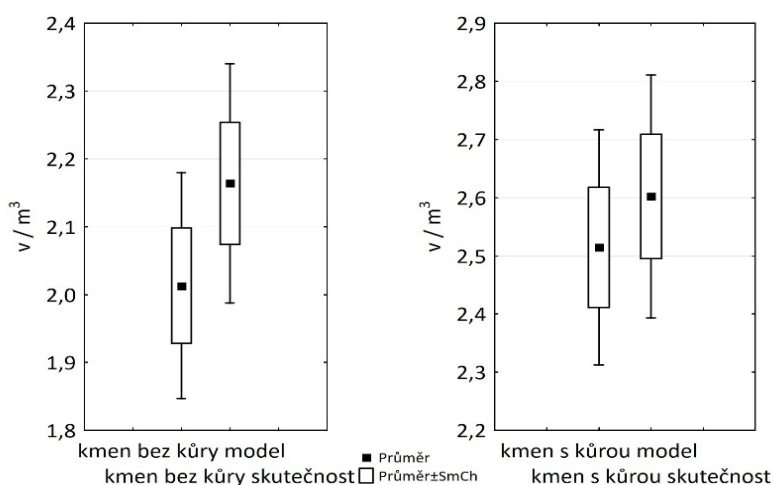


Obr. 14. Porovnání empiricky zjištěného objemu hroubí b.k. a hodnot vypočítaných podle modelu Petráš, Pajtík (1991).



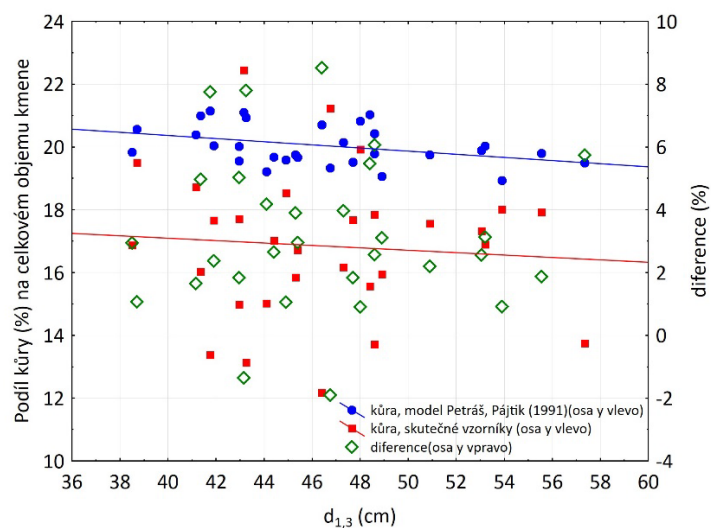
Obr. 15. Porovnání empiricky zjištěného objemu hroubí s.k. a hodnot vypočítaných podle modelu Petráš, Pajtík (1991).

Při porovnání empiricky zjištěných hodnot objemu kmene s.k. a b. k. s hodnotami modelu Petráš, Pajtík (1991) byl zjištěn statisticky významný rozdíl na hladině pravděpodobnosti $p < 0,05$ (Obr. 16). V obou případech model odhadované hodnoty podhodnocuje. Rozdíl v objemech kmene s.k. je $0,088 \pm 0,17 \text{ m}^3$, u objemu kmene b.k. je $0,151 \pm 0,15 \text{ m}^3$.

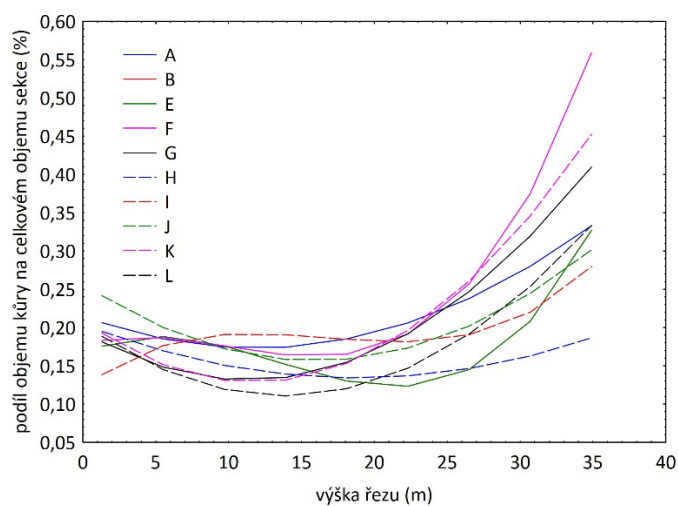


Obr. 16. Porovnání empiricky zjištěného objemu kmene a modelových hodnot Petráš, Pajtík (1991).

Empiricky zjištěný podíl kůry na celkovém objemu kmene s.k. dosahuje hodnot v rozmezí 12,2–22,5% s průměrnou hodnotou 16,8%. Objem kůry činí v průměru $0,44 \text{ m}^3$. Od modelových hodnot se odlišuje průměrně o 3,2%, přičemž model objem kůry mírně nadhodnocuje (Obr. 17). Podíl kůry na objemu kmenové sekce roste se stoupající výškou sekce na kmeni a vývoj má u všech vzorníků velmi podobný průběh. U některých vzorníků z ploch F, G a K dosahuje podíl kůry v horní části kmene hodnot vyšších než 40% (Obr. 18).



Obr. 17. Poměr objemu kůry na objemu kmene. Porovnání s modelem Petráš, Pajtlík (1991).



Obr. 18. Podíl objemu kůry na objemu sekce v závislosti na výšce na kmeni.

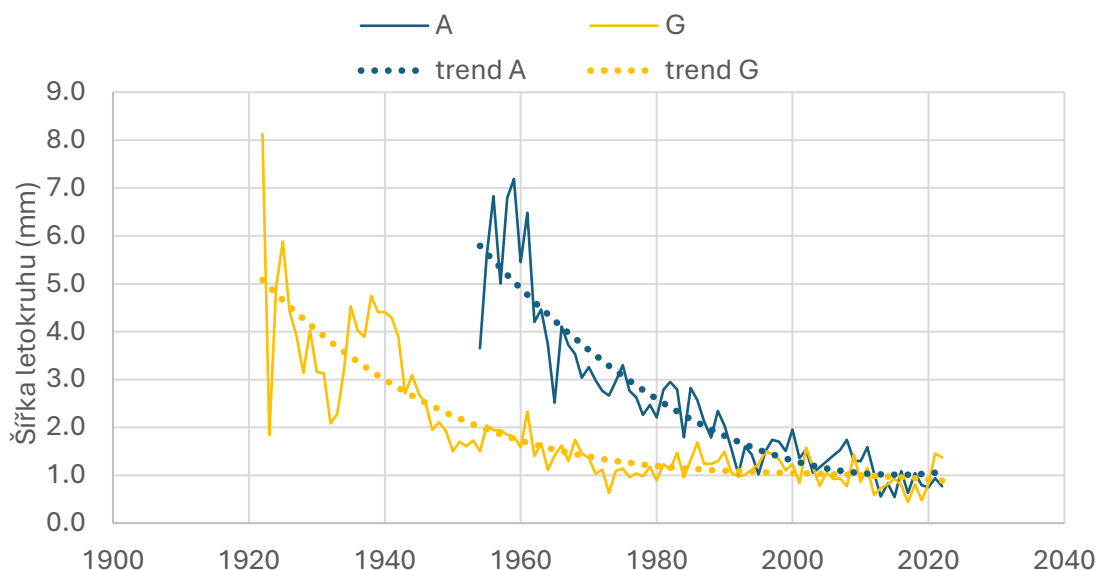
Letokruhové analýzy

V každém porostu, kde byly odebírány kmenové vzorníky byly navíc odebrány vývrty Presslerovým přírůstovým nebozezem z dalších 20 modřínů pro rozšíření datového souboru pro popis vývoje tloušťkových přírůstů a přírůstů na kruhové ploše. Vývrty byly odebírány ve výčetní výšce, vždy po dvou z jednoho stromu. Celkem bylo odebráno 400 vývrťů z 200 jedinců modřínu.

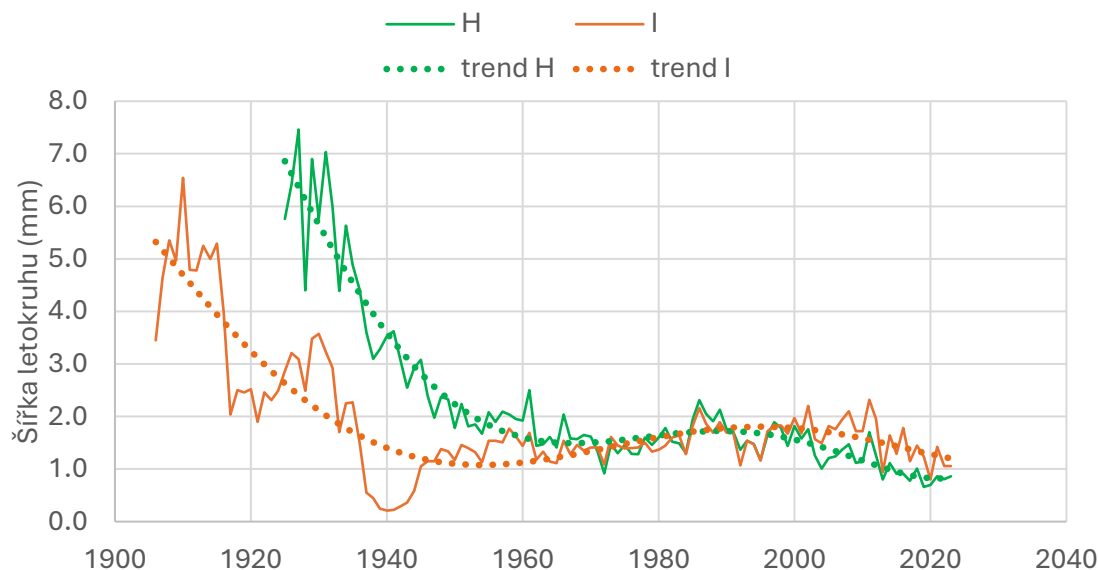
Lokality J, K a L a B, E, F patří mezi porosty se sníženým zakmeněním, kde se MD nachází ve výstavkovém postavení. Dle leteckých snímků došlo na lokalitě J k uvolnění zkoumaných modřínů v letech 2009–2012, na lokalitě K v letech 2003–2006 a na lokalitě L pak kolem roku 2000. Letokruhové křivky vykazují vysoce synchronní průběh. Ani na jedné z lokalit se uvolnění modřínů neprojevovalo zvýšením přírůstů (Obr. 21, Obr. 22). O nulovém efektu uvolnění svědčí i srovnání letokruhových křivek modřínů z porostu 507B13a, kde se modřiny nachází jak v zapojené části porostu (lokalita I), tak v proředěné části (lokalita J). Po roce 2009, kdy došlo k razantnímu snížení zakmenění na lokalitě J, není v letokruhových křivkách patrný významný rozdíl ve vývoji přírůstů. Na lokalitách H a I, kde se modřiny nachází v zapojeném porostu, vykazují tloušťkové přírůsty obvyklý exponenciální pokles s věkem (Obr. 20).

Zajímavá je hluboká přírůstová deprese v letech 1937–1944, která se vyskytuje na lokalitách I a J (porost 507B13a) a v letech 1938–1944 také na lokalitě L (porost 228A12). V tomto období byly v obou porostech zaznamenány i poruchy v tvorbě letokruhů tzv. chybějící letokruhy, nejčastěji v letech 1939–1941. Podobný, i když ne tak výrazný pokles přírůstů, byl zaznamenán také na lokalitě B (porost 840G11/2e) z první etapy odběrů. Vzhledem k tomu, že na ostatních lokalitách přírůstová deprese zaznamenaná nebyla, nebude příčinou klimatický vliv. Podle charakteru poklesu přírůstů a vzhledem k výskytu poruch v tvorbě letokruhů by mohla být příčinou gradace listožravého hmyzu.

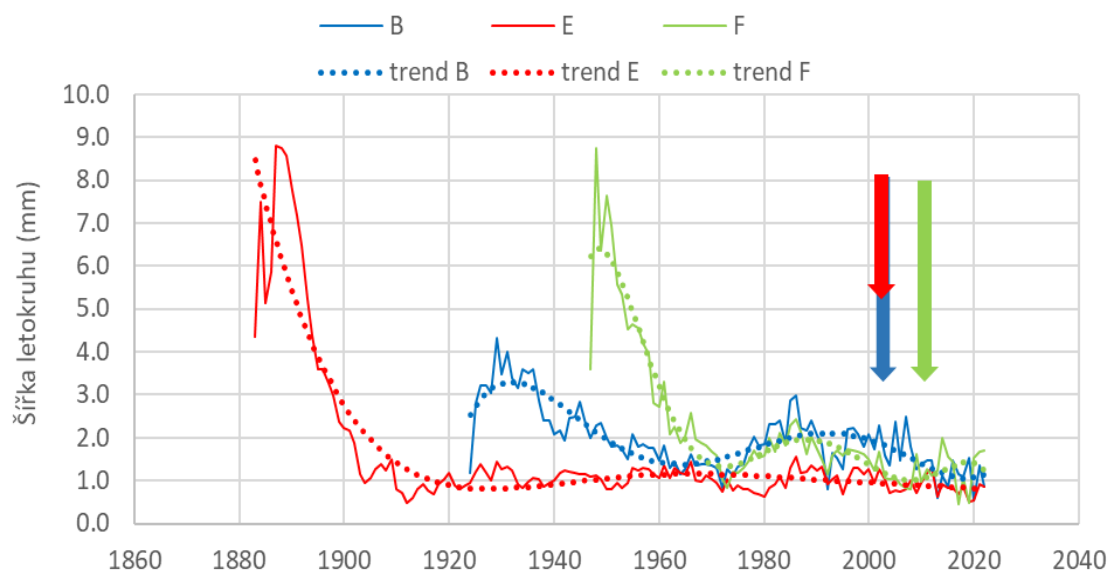
Na lokalitách K a L se projevil vzestupný trend tloušťkových přírůstů po roce 1973 podobně jako na lokalitách B a F z první etapy odběrů. Na lokalitách H, I a J není vzestup patrný.



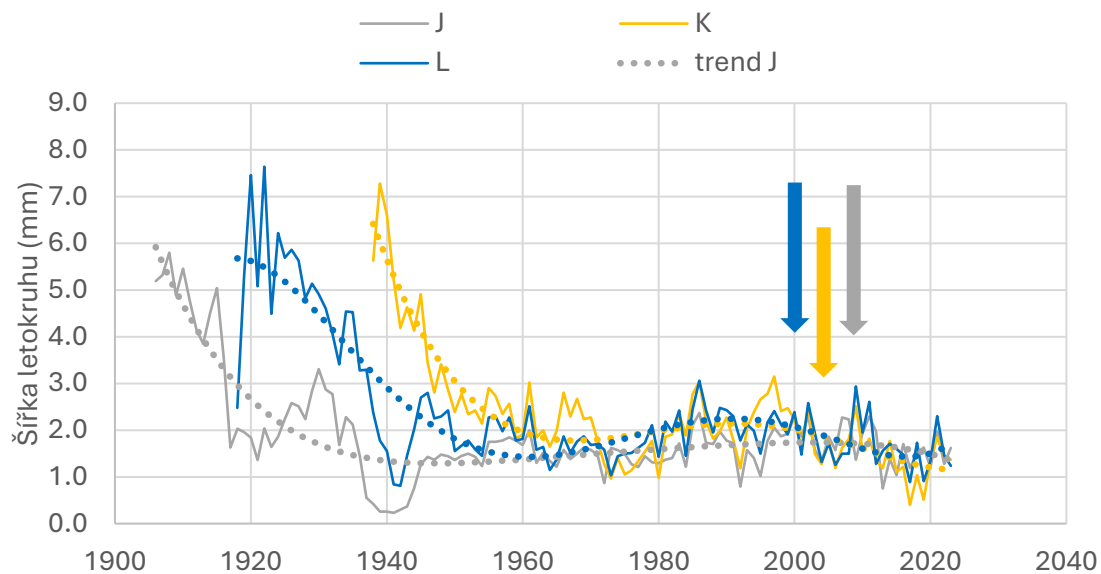
Obr. 19. Průměrné letokruhové série modřínu rostoucího v zapojených porostech na lokalitách A a G.



Obr. 20. Průměrné letokruhové série modřínu rostoucího v zapojených porostech na lokalitách H a I.



Obr. 21. Průměrné letokruhové série modřínu rostoucího v porostech se snížením zakmeněním (B, E a F). Šipky znázorňují orientační počátek razantního proředění porostu.



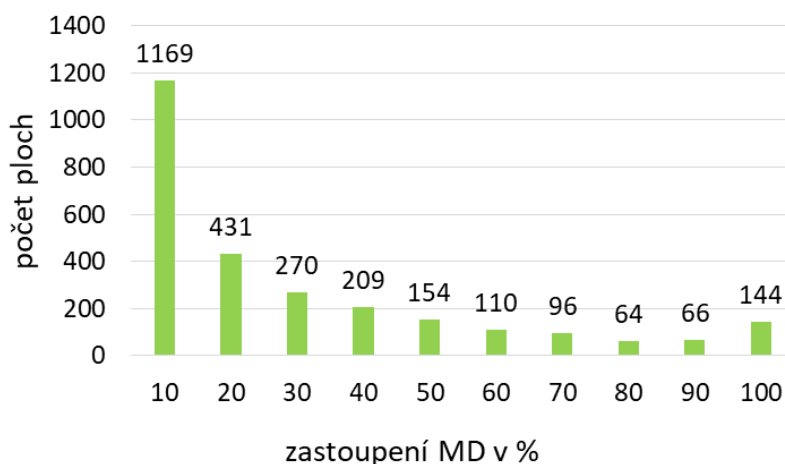
Obr. 22. Průměrné letokruhové série modřínu rostoucího v porostech se snížením zakmeněním (J, K a L). Šipky znázorňují orientační počátek razantního proředění porostu.

Data NIL

Z databáze 1. cyklu NIL bylo zjištěno, že modřín se vyskytuje na 2772 subplochách. Nejčastěji se modřín vyskytuje v horní vrstvě porostu (2713 ploch), ve víceetážových porostech byl zaznamenán jen sporadicky (střední vrstva 264 ploch a spodní vrstva 32 ploch). Další analýzy jsou zaměřeny pouze na porosty, kde se modřín vyskytuje v horní vrstvě porostu.

Převažuje výskyt ve směsi s jehličnatými dřevinami (1218 subploch). Druhý nejčastější výskyt byl zaznamenán ve směsi s jehličnatými a listnatými dřevinami současně (1071 subploch). V monokultuře nebo ve směsi s listnatými dřevinami se vyskytuje jen výjimečně (123 resp. 300 subploch). Z hlediska počtu přimíšených dřevin tvoří nejčastěji směsi s jednou až dvěma dřevinami (888 resp. 870 subploch). Směs se třemi dřevinami tvoří na 502 subplochách. Na 223 subplochách byl zaznamenán výskyt modřínu ve směsi se čtyřmi dřevinami. Ve směsi s pěti a více dřevinami (maximum 9) byl zjištěn výskyt na 107 subplochách. Nejčastěji tvoří směsi se smrkem ztepilým a borovicí lesní (1895 resp. 1113 subploch). Z listnatých dřevin pak s dubem letním a zimním (627 subploch), bukem (473) a břízou bradavičnatou (423 subploch).

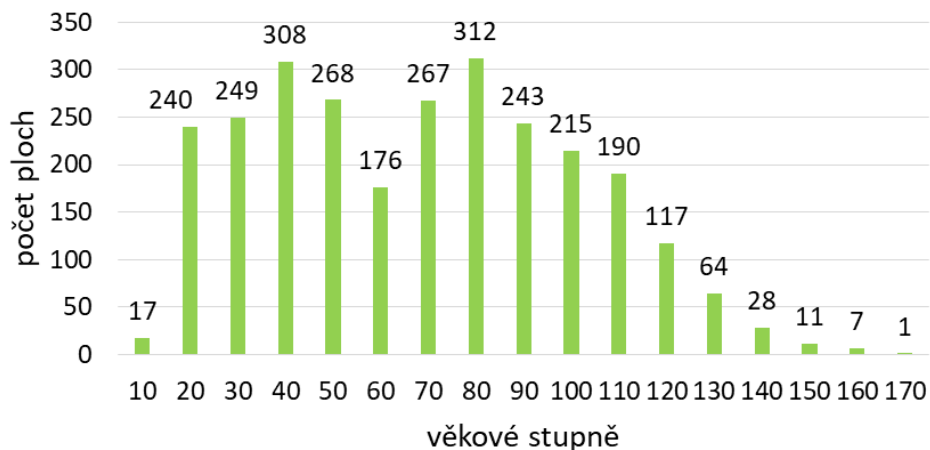
Ve směších převažuje zastoupení modřínu do 30 %. Nejčastěji tvoří směsi v zastoupení od 0–10 % (1169 ploch; Obr. 23). Modřín se nejčastěji vyskytuje v porostech ve 4. a 8. věkovém stupni. S přibývajícím věkem jeho výskyt klesá. Velmi nízké zastoupení bylo zaznamenáno v prvním věkovém stupni (17 ploch; Obr. 24).



Obr. 23. Zastoupení modřínu ve směších.

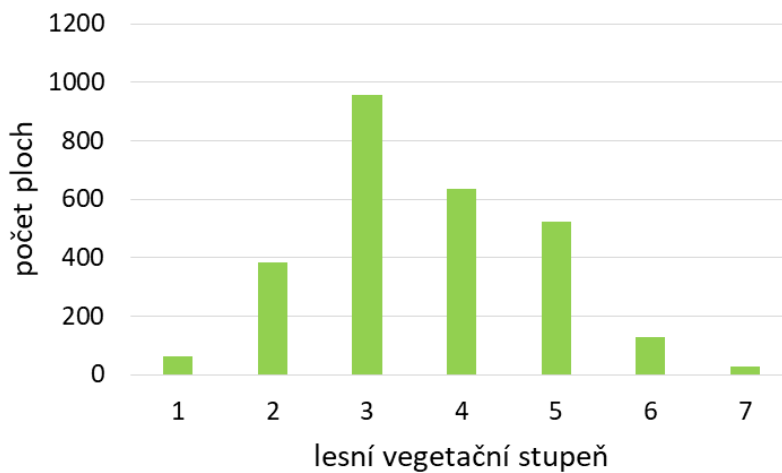
Projekty Grantové služby LČR

Vyhodnocení produkčního a pěstebního potenciálu modřínu opadavého na modelovém území

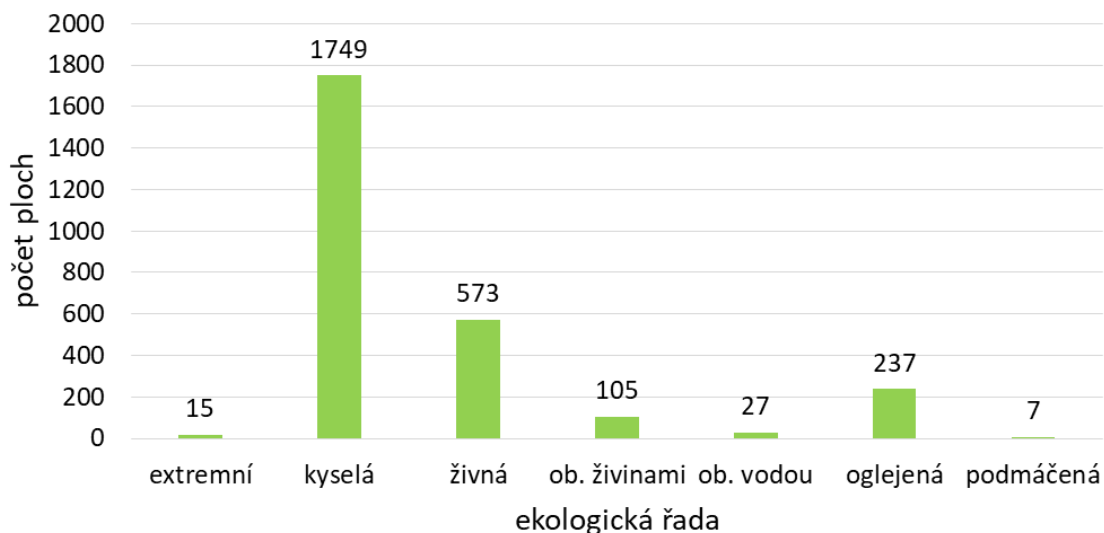


Obr. 24. Zastoupení modřínu ve věkových stupních.

Těžiště výskytu modřínu je v ČR ve 3. – 5. lesním vegetačním stupni (LVS; Obr. 25). Z hlediska edafických kategorií převládá jeho výskyt na stanovištích K a S (746 resp. 738). Významnější výskyt na živných stanovištích byl zjištěn na kategorii B a H (320 resp. 189 ploch). Extrémní stanoviště a stanoviště ovlivněná vodou jsou zastoupena okrajově (Obr. 26).

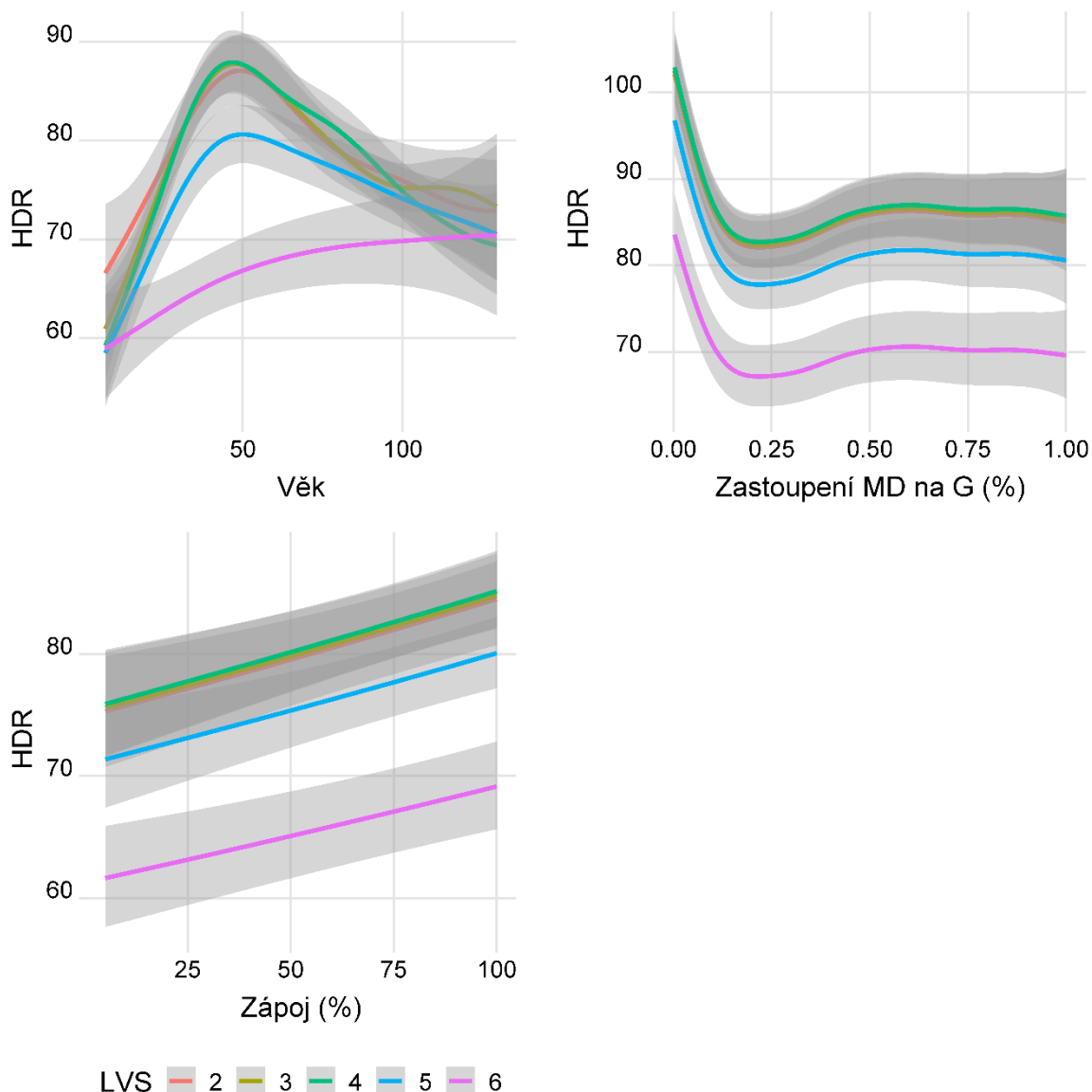


Obr. 25. Plochy s výskytem modřínu podle lesních vegetačních stupňů.



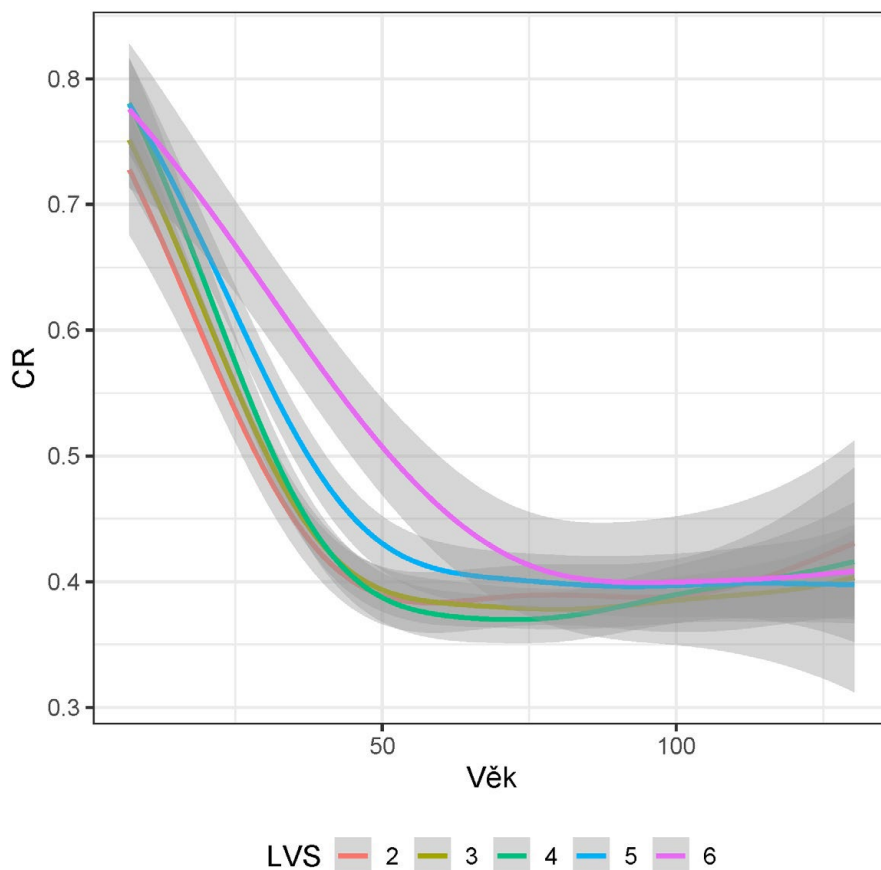
Obr. 26. Plochy s výskytem modřínu podle ekologických řad.

Data o štíhlostním kvocientu (HDR) modřínu byla analyzována pomocí GAM modelu (Generalized additive models). Jedná se o semiparametrickou metodu založenou na výpočtu hladké spline funkce nebo původně pomocí lokální regrese. Faktorový model GAM s lesním vegetačním stupněm jako faktorovou proměnnou a věkem, zastoupením (% z kruhové základny) a zápojem jako spojitou nezávislou proměnnou byl vypočítán za pomoci knihovny mgcv v prostředí jazyka R. Pro výpočet byly použity tzv. thin-plate spline funkce s gamma distribucí a logaritmickým linkem. Použití modelu s gamma distribucí a logaritmického linku vedlo ke stabilizaci rozptylu reziduí, který u modelu s normálním rozdělením vykazoval výraznou heteroskedasticitu (nekonstantnost rozptylu). Byla analyzována data za 2–6 LVS, ostatní LVS byly pro malé množství dat z analýzy vypuštěny. Z analýzy je patrný prudký nárůst štíhlostního kvocientu do věku ca 45 a jeho následný pokles ve vyšším věku ve 2–4 LVS, pozvolnější, ale stále prudký nárůst v 5. LVS a velmi mírný nárůst v 6. LVS s kulminací ve věku ca 100 let. Štíhlostní kvocient také klesá s rostoucím zastoupením modřínu na výčetní kruhové základně porostu do ca 20 %, a pak je víceméně stabilní. S rostoucím zápojem porostu je zaznamenán přibližně lineární nárůst hodnot štíhlostního kvocientu modřínu (Obr. 27).



Obr. 27. Vývoj štíhlostního kvocientu (HDR) podle lesních vegetačních stupňů (LVS). Parciální grafy pro věk 65 let, zastoupení 14 % a zápoj 90 %. Šedé zóny představují 95% intervaly spolehlivosti.

Dále byla analyzována data o korunovém poměru (CR), který je charakterizován jako poměr délky živé koruny stromu k jeho celkové výšce. Opět byl použit GAM pro LVS 2–6 LVS, ale pouze s lesním vegetačním stupněm jako faktorovou proměnnou a věkem jako spojitou proměnnou. Vzhledem k charakteru závisle proměnné CR, jejíž hodnota se pohybuje striktně na intervalu 0–1, byl zvolen model s beta distribucí a logitovou transformační funkcí. Model ukazuje výrazný pokles hodnoty CR v LVS 2–5 do věku ca 50 let a jeho následnou stagnaci. Pokles hodnot CR v 6. LVS je pozvolnější a trvá do věku ca 75 let (Obr. 28).

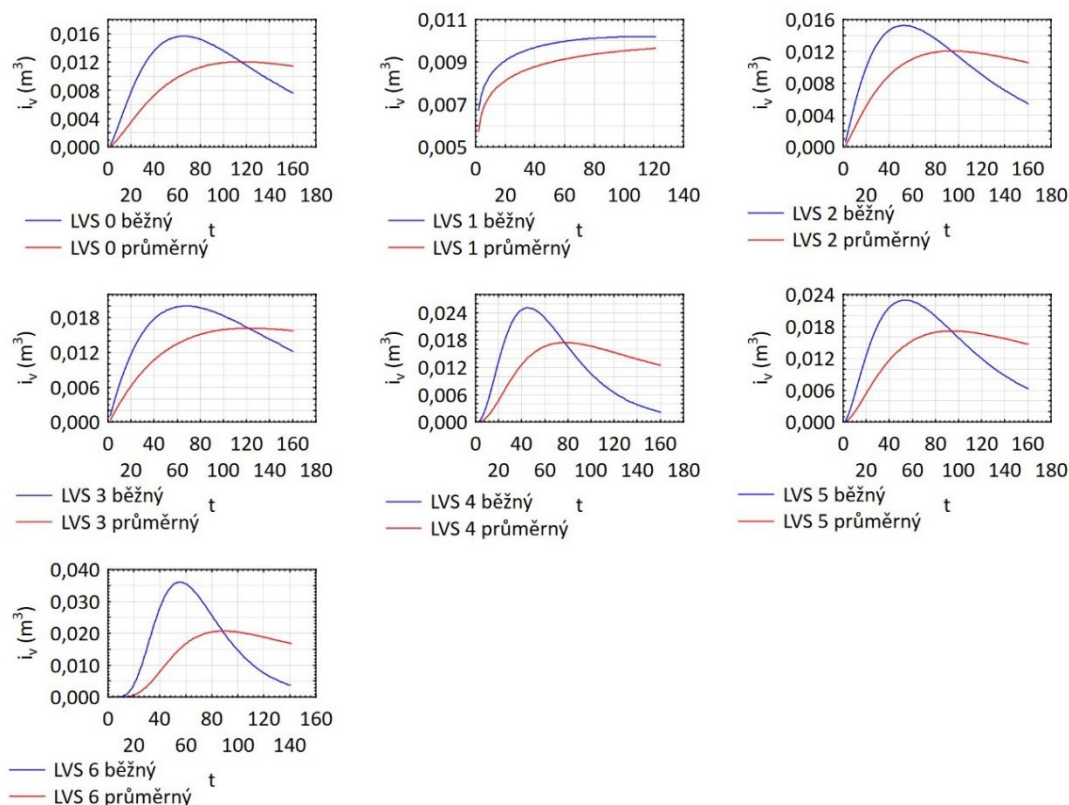


Obr. 28. Vývoj korunového poměru (CR) v závislosti na věku podle lesních vegetačních stupňů (LVS). Šedé zóny představují 95% intervaly spolehlivosti.

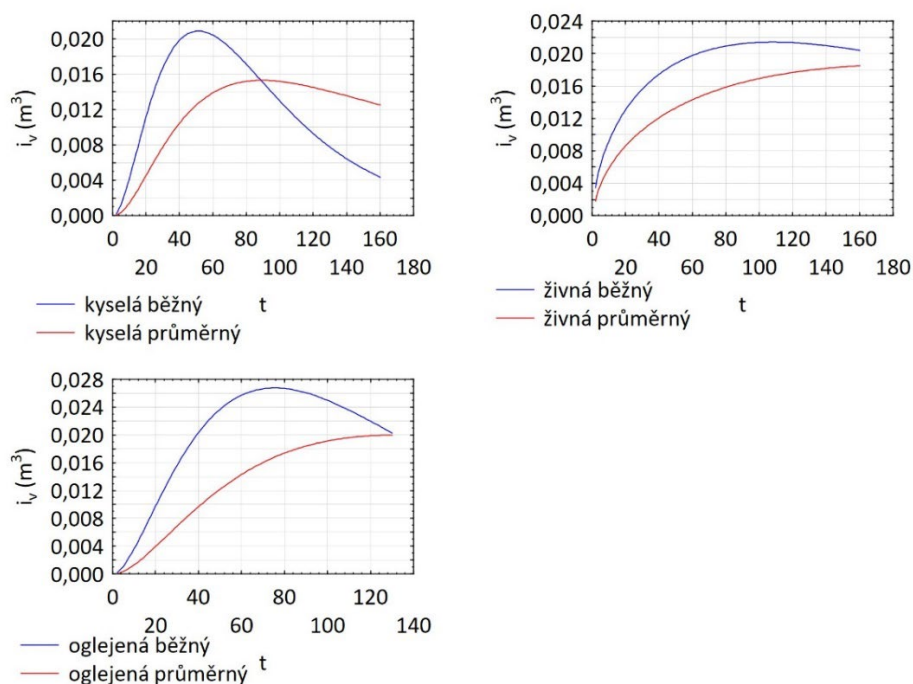
Další hodnocení dat NIL bylo zaměřeno na analýzu produkce modřínu v závislosti na stanovištních podmínkách. Zaměřili jsme se na dobu kulminace průměrného objemového přírůstu, která podle definice Pulkraba et al. (2014) určuje věk kvantitativní mýtní zralosti, resp. věk, kdy je vhodné začít s obnovou. Pomocí Richards-Chapmannovy růstové funkce byly parametrizovány přírůstové modely pro lesní vegetační stupně (LVS), ekologické řady a edafické kategorie (Obr. 29, Obr. 30, Obr. 31). Orientační věk mýtní zralosti odvozený podle doby kulminace průměrného objemového přírůstu uvádí tabulka 3. Pohybuje se v rozmezí 68–230 let. Nejvyšší je na stanovištích živné ekologické řady a kyselé edafické kategorie K, nejnižší na kyselých stanovištích edafické kategorie I. Se stoupajícím LVS věk mýtní zralosti mírně klesá. Modely pro nultý a první LVS byly parametrizovány na nízkém počtu vzorníků a mohou být z tohoto důvodu méně spolehlivé. K této skutečnosti je nutné při interpretaci výsledků přihlídnout.

Tabulka 3. Věk kulminace průměrného objemového přírůstu na základě údajů z NIL 1 v závislosti na stanovištních podmínkách.

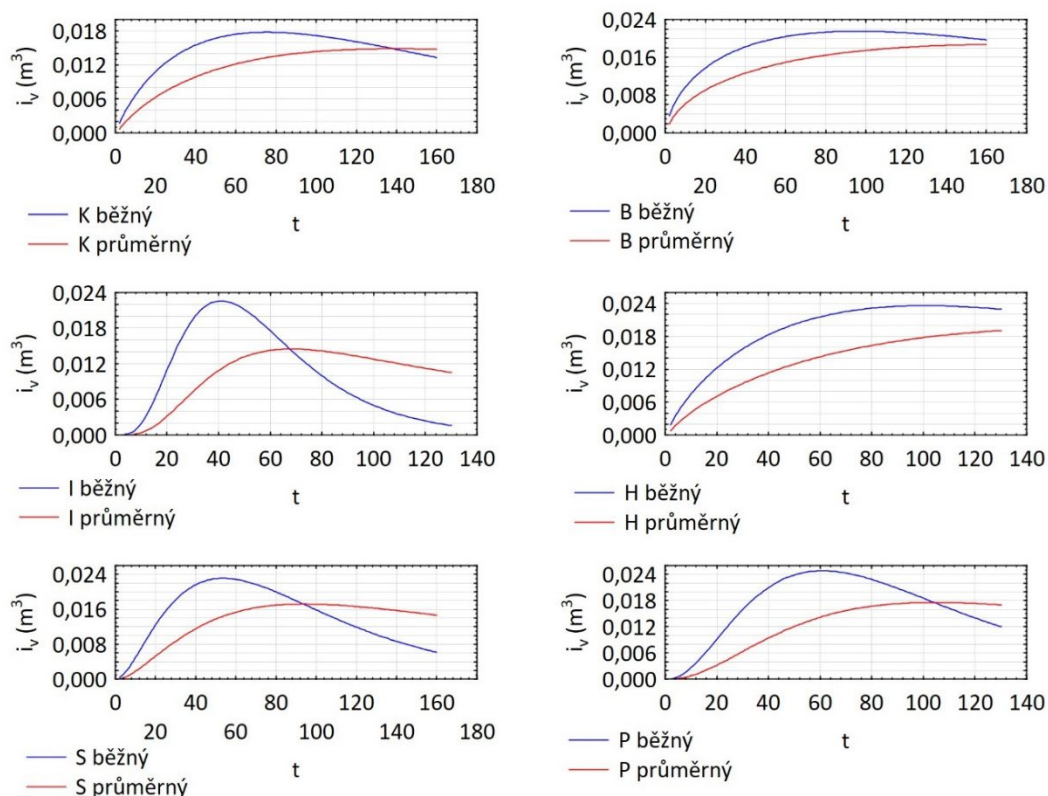
	Lesní vegetační stupeň							Ekologická řada			Edafická kategorie					
	0	1	2	3	4	5	6	kyselá	živná	oglejená	H	B	K	S	I	P
t_{kulm}	116	230	94	122	78	94	89	89	202	132	185	179	139	94	68	105
Počet stromů	387	394	1955	4290	2806	2435	631	8693	2709	1039	834	1534	3669	3521	828	538



Obr. 29. Křivky běžného a průměrného objemového přírůstu modřínu podle LVS (data NIL).

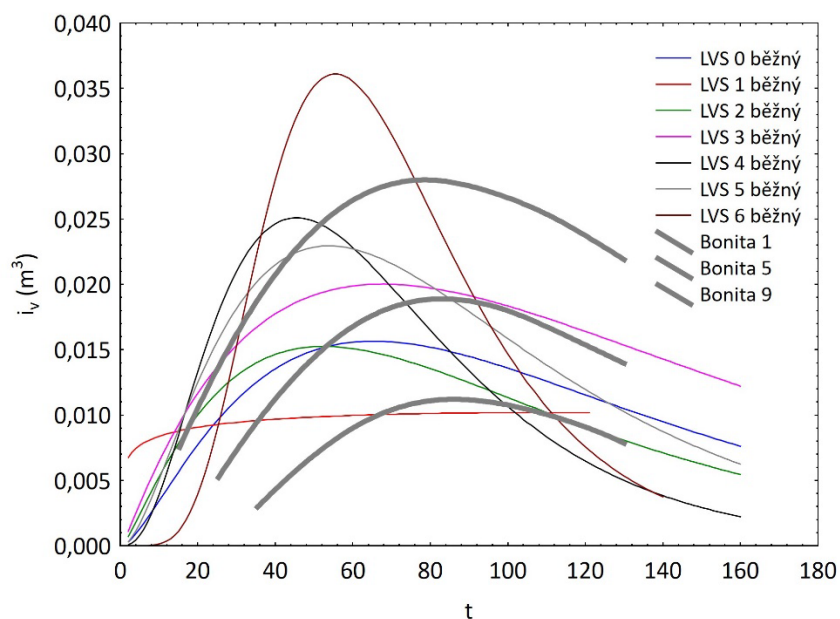


Obr. 30. Křivky běžného a průměrného objemového přírůstu modřínu podle ekologických řad (data NIL).

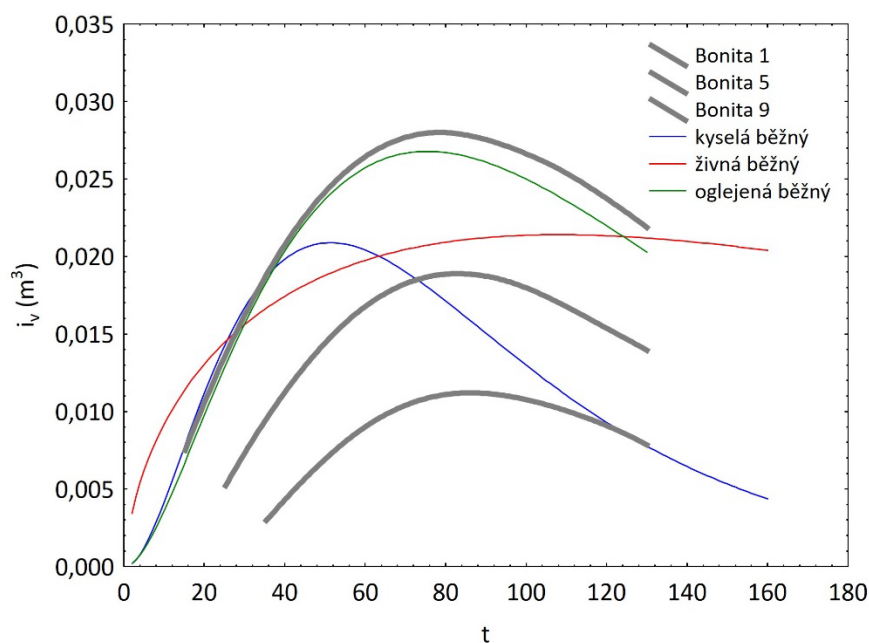


Obr. 31. Křivky běžného a průměrného objemového přírůstu modřínu podle edafických kategorií (data NIL).

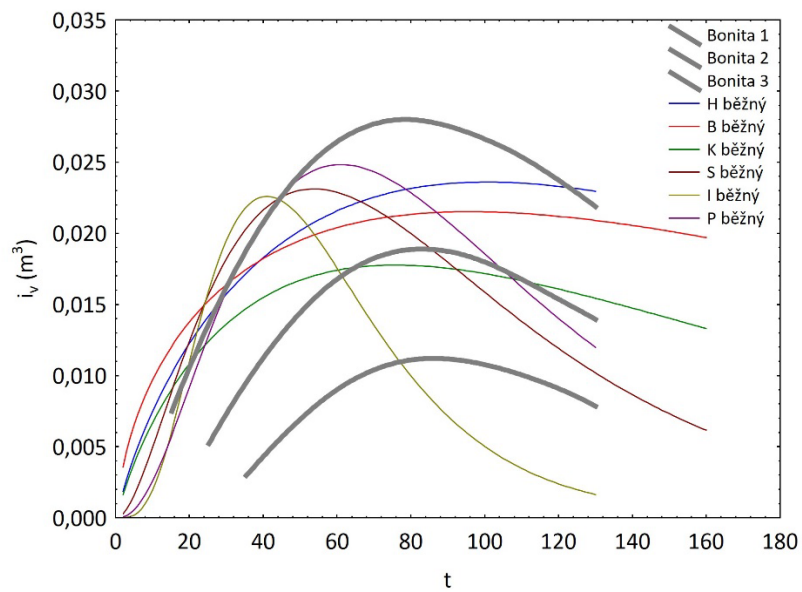
Modely běžného objemového přírůstu pro různé stanovištní podmínky byly porovnány s růstovými tabulkami. Běžný přírůst kulminuje v závislosti na LVS ve věku cca 45–65 let. Pokles přírůstu po kulminaci je pomalejší v nižších vegetačních stupních. Pro křivku přírůstu ve vyšších LVS je charakteristický „zvonovitý“ tvar křivky (Obr. 32). Ten byl zaznamenán i u stanovišť oglejené a kyselé ekologické řady. Běžný přírůst na nich kulminuje v 75 resp. 51 letech věku. Přírůst na živných stanovištích kulminuje ve věku 108 let a od bodu kulminace klesá výrazně pomaleji. Přírůst na oglejených stanovištích se svým průběhem nejvíce blíží první bonitě dle růstových tabulek (Obr. 33). Poměrně výrazné rozdíly jak ve tvaru přírůstové křivky, tak ve věku kulminace přírůstu byly zjištěny při porovnání běžného objemového přírůstu v závislosti na edafické kategorii. Běžný přírůst na stanovištích kategorie S, I a P kulminuje dříve a po kulminaci klesá výrazně rychleji než na stanovištích kategorie H, B a K (Obr. 34).



Obr. 32. Porovnání běžného objemového přírůstu vzorníků z NIL podle LVS, s hodnotami z růstových tabulek.



Obr. 33. Porovnání běžného objemového přírůstu vzorníků z NIL podle ekologických řad, s hodnotami z růstových tabulek.



Obr. 34. Porovnání běžného objemového přírůstu vzorníků z NIL podle edafických kategorií, s hodnotami z růstových tabulek.

Analýza dat LHP pro LHC Vítkov

Byla analyzována data z LHP (2023–2032) pro LHC Vítkov (1510). Vzhledem k probíhajícím úmyslným i nahodilým těžbám na LHC nemohou být údaje zcela aktuální a je třeba je chápat jako přibližná. První periodická zpráva k projektu za rok 2023 obsahuje analýzu dat LHP pro porosty nad 80 let věku. V této závěrečné zprávě (a druhé periodické zprávě za rok 2024) jsou analyzována data LHP bez věkového omezení.

Bylo analyzováno zastoupení MD na LHC Vítkov z hlediska výskytu v porostních skupinách, plošnému zastoupení a zásoby modřínu kategorizovaně podle věkových tříd, cílových hospodářských souborů (CHS) a souborů lesních typů (SLT).

Pro dvanáct SLT, kde má modřín nejvýznamnější zastoupení, byla na základě dat LHP vypočtena růstová funkce pro nepravou časovou řadu střední výšky. Byl použit nelineární model Korfovy funkce se smíšenými efekty. Tento typ modelování má výhodu v menší citlivosti vůči složce náhodného šumu v datech a potlačuje extrémy v porovnání s výpočtem růstových křivek pro každý SLT samostatně.

Výsledky analýzy dat LHP pro LHC Vítkov

Z hlediska počtu porostních skupin se zastoupením modřínu v dřevinné skladbě dominují nejmladší porosty 1. a 2. věkové třídy, což potvrzuje významné využití modřínu při obnově kalamitních holin po rozpadu porostů s dominancí smrku. Modřín je na LHC Vítkov nejčastěji zastoupen v porostních skupinách CHS 45, což odpovídá celkovému zastoupení CHS 45 na LHC. Mnohem menší zastoupení má v CHS 55, 41 a 47. Zastoupení v dalších cílových hospodářských souborech je zanedbatelné. Je také patrné, že ca polovinu z počtu porostních skupin v CHS, kde má modřín nějaké zastoupení, spadá do dvou nejmladších věkových tříd. Modřín je dominantně zastoupen na živných stanovištích 4 LVS v SLT 4S a 4B. Z grafu je opět patrné významné zastoupení modřínu v nejmladších věkových třídách (Obr. 35).

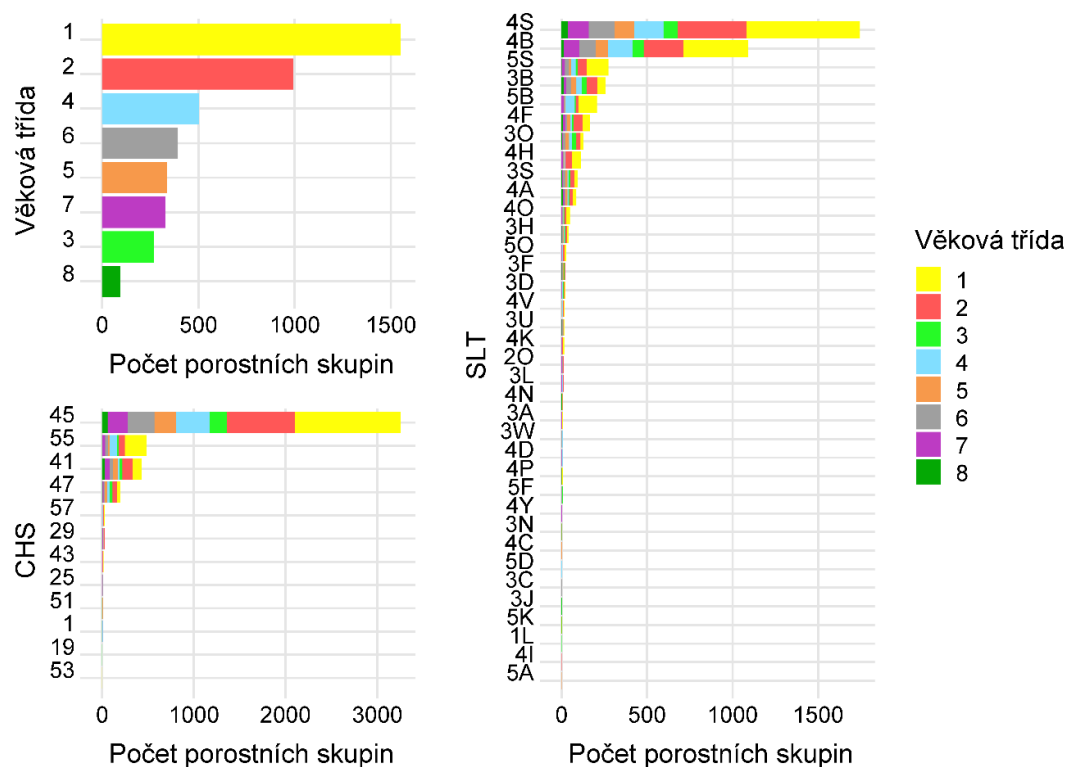
Z pohledu plošného zastoupení je modřín nejvíce zastoupen v ve čtvrté věkové třídě, významněji je také zastoupen ve věkových třídách 6 a 7. Na rozdíl od počtu porostních skupin nepřevládají nejmladší věkové stupně, jelikož je modřín při umělé obnově porostů využíván zpravidla jako příměs. Opět dominuje zastoupení v CHS 45 a následují CHS 55, 41 a 47. Plošně je modřín nejvíce zastoupen v SLT 4S a 4B a významnější je i zastoupení v SLT 5S a 5B (Obr. 36).

Zásobou je modřín nejvíce zastoupen ve 4. věkové třídě, především v sedmém věkovém stupni díky relativně vysokému zastoupení modřínu na bývalých zemědělských půdách v okolí vodní nádrže Kružberk (Obr. 38). Zastoupení zásob v CHS a SLT víceméně kopíruje plošné zastoupení (Obr. 37). Modřín je z pohledu porostních zásob nejdůležitější dřevinou na LHC Vítkov. Na druhém místě je stále smrk, následovaný bukem. Vysoká zásoba smrku je však z velké části tvořena mladšími porosty 4. a 5. věkového stupně, které nebyly v minulosti do takové míry postiženy kalamitním rozpadem. V porostech starších 80 let je modřín dřevinou s druhou nejvyšší zásobou po buku. Významnější je zásoba jedle, lípy a dubu, smrk je až na desátém místě (Obr. 39). Významné zastoupení modřínu v 7. věkovém stupni zakládá na předpoklad, že na LHC Vítkov bude modřín produkčně (a hodnotově) velmi významnou dřevinou i v následujících decenních (Obr. 40).

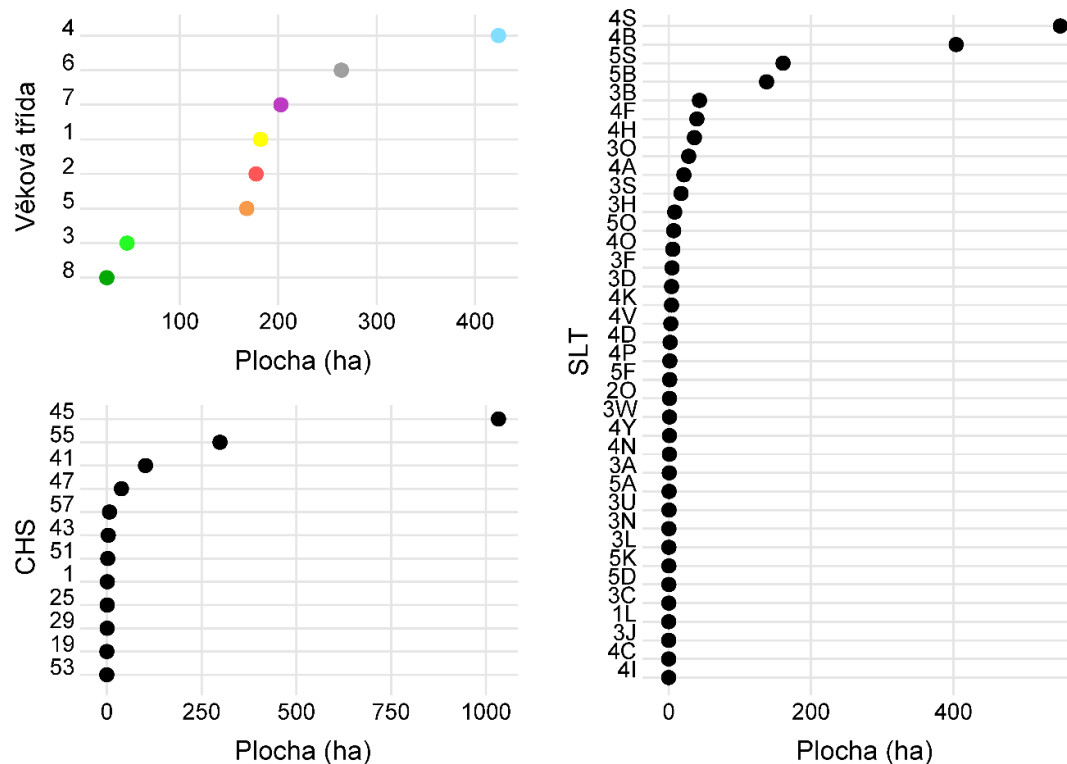
Z grafu nepravé časové řady pro střední porostní výšku a jejího modelu vyjádřeného Korfovou růstovou funkcí je patrná relativní nadprůměrná výšková bonita pro SLT 5B a 3O a podprůměrná výšková bonita pro SLT 3B (Obr. 41).

Projekty Grantové služby LČR

Vyhodnocení produkčního a pěstebního potenciálu modřínu opadavého na modelovém území



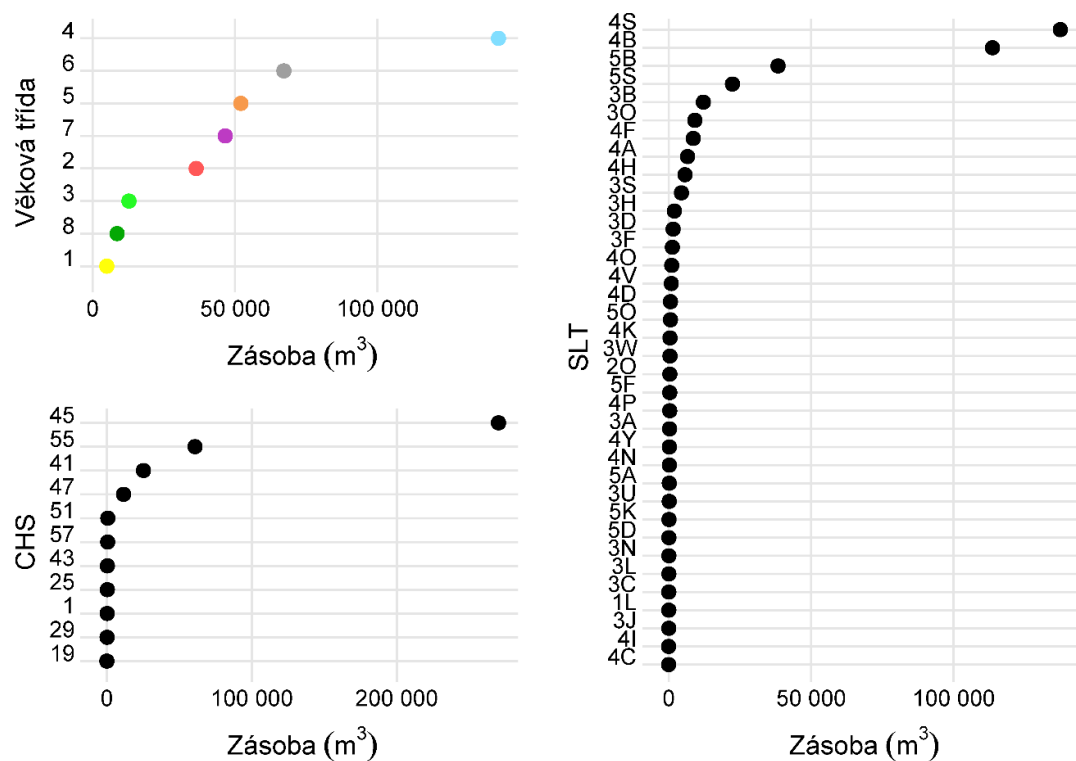
Obr. 35. Počet porostních skupin se zastoupením modřínu na LHC Vítkov podle věkových tříd, cílových hospodářských souborů (CHS) a souborů lesních typů (SLT) na základě údajů LHP (2023–2032).



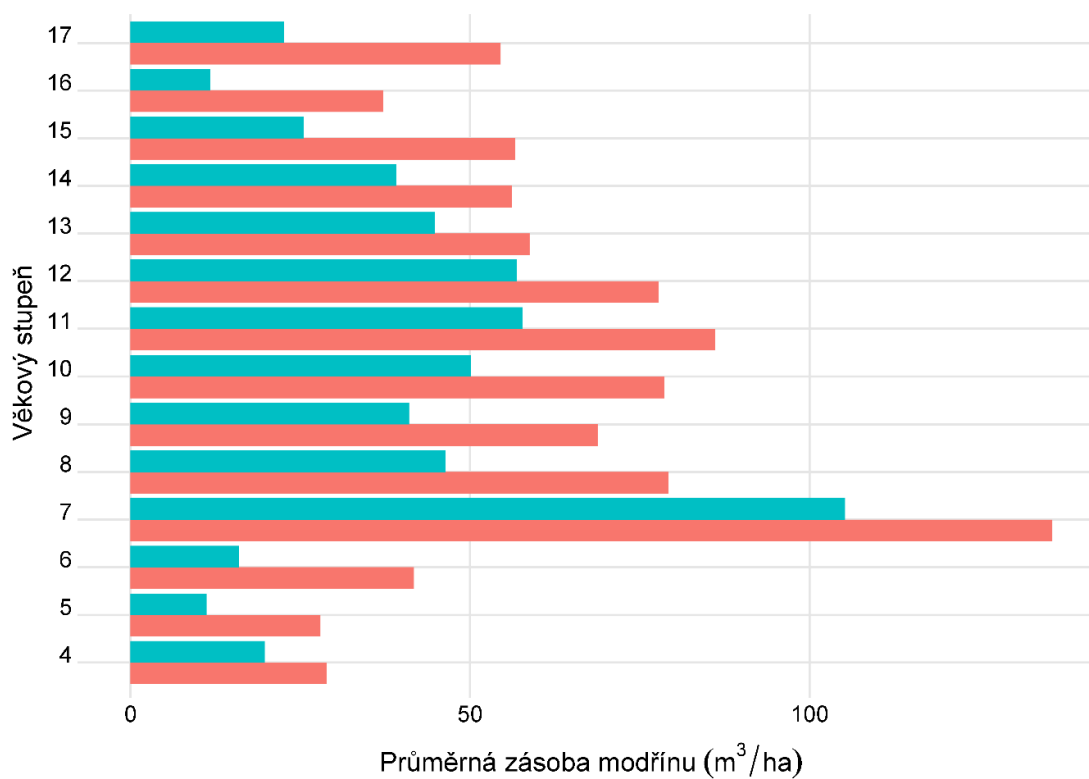
Obr. 36. Plošné zastoupení modřínu na LHC Vítkov podle věkových tříd, cílových hospodářských souborů (CHS) a souborů lesních typů (SLT) na základě údajů LHP (2023–2032).

Projekty Grantové služby LČR

Vyhodnocení produkčního a pěstebního potenciálu modřínu opadavého na modelovém území



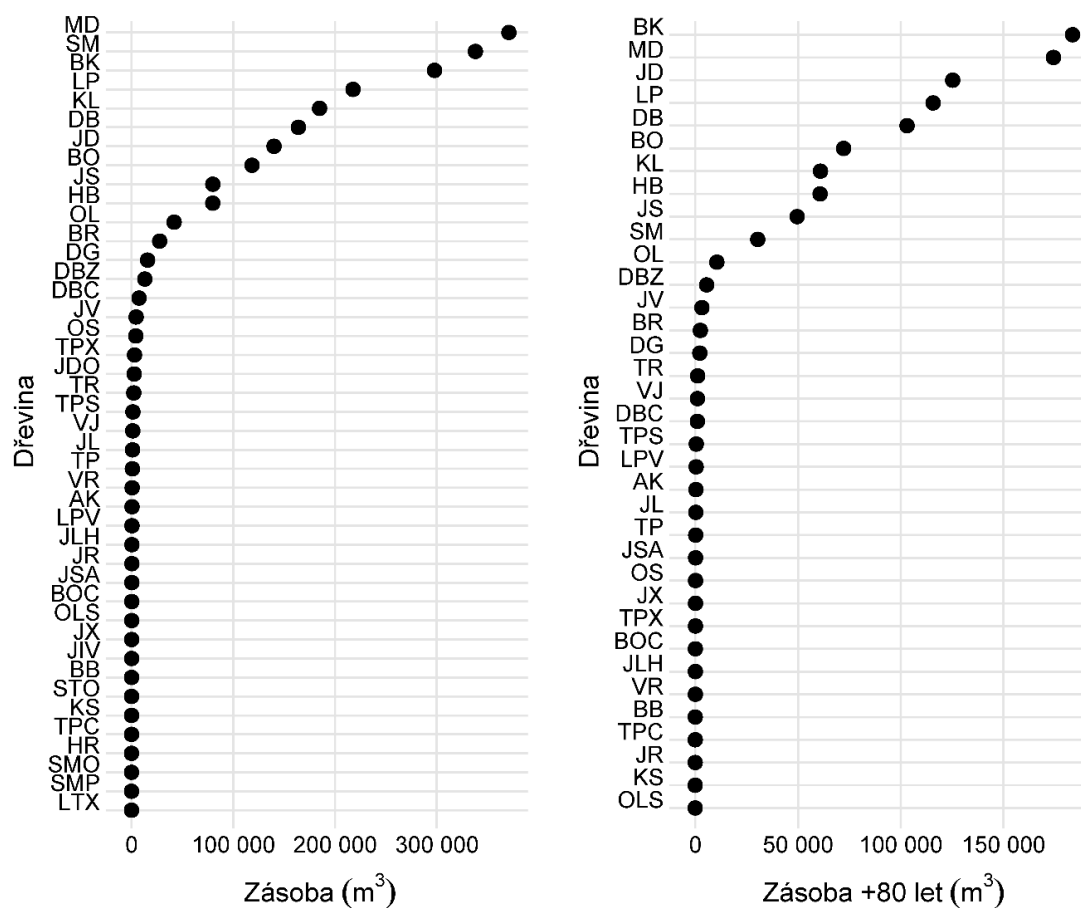
Obr. 37. Zásoba modřínu na LHC Vítkov podle věkových tříd, cílových hospodářských souborů (CHS) a souborů lesních typů (SLT) na základě údajů LHP (2023–2032).



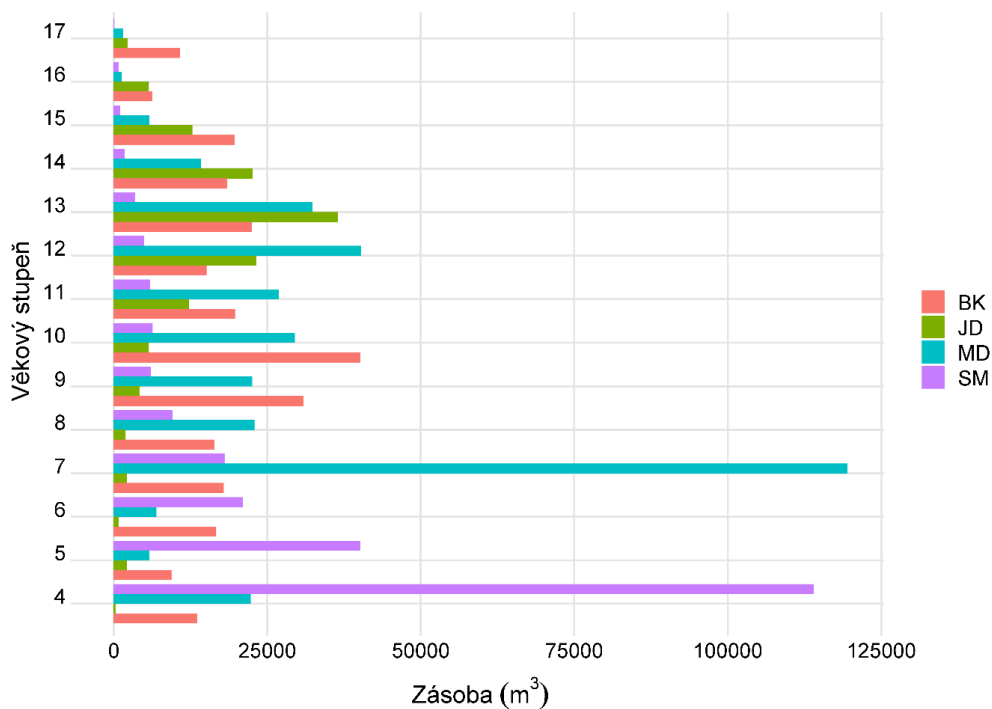
Obr. 38. Průměrná hektarová zásoba modřínu podle věkových stupňů ve všech porostních skupinách a v pouze v porostních skupinách, kde se modřín vyskytuje (červený sloupec).

Projekty Grantové služby LČR

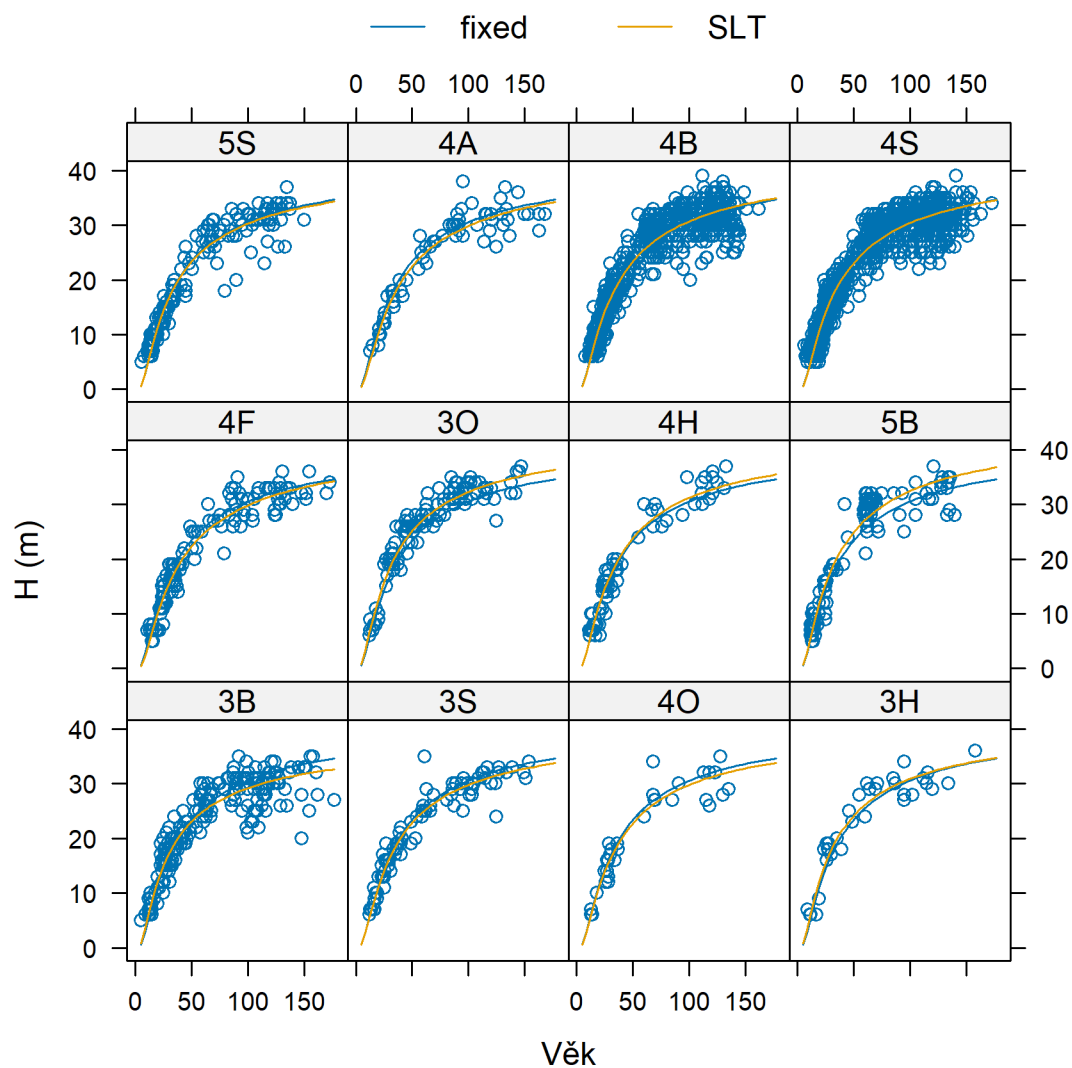
Vyhodnocení produkčního a pěstebního potenciálu modřínu opadavého na modelovém území



Obr. 39. Zásoba jednotlivých dřevin ve všech věkových kategoriích (vpravo) a v porostech starších 80 let.



Obr. 40. Zásoby BK, JD, MD a SM podle věkových stupňů na základě údajů LHP (2023–2032).



Obr. 41. Zobrazení výsledků Korfovy růstové funkce podle SLT na základě údajů LHP (2023–2032). Průběh modré křivky (fixed) představuje model společný pro všechny SLT, průběh okrové křivky (SLT) je specifický pro konkrétní SLT.

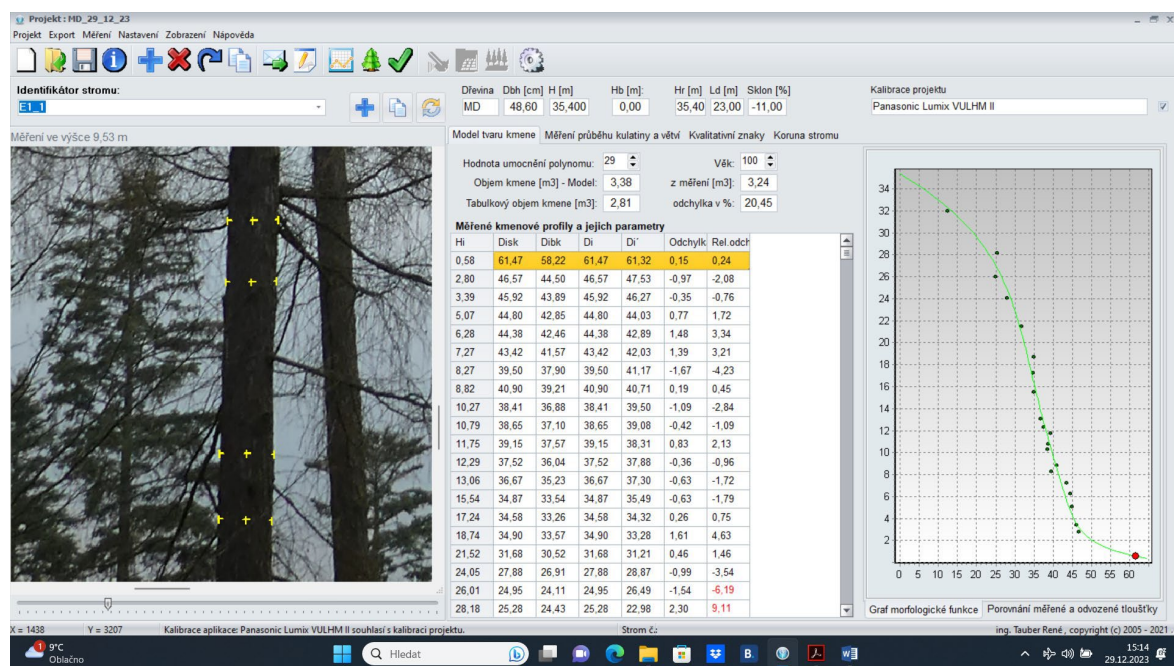
Hodnocení stojících stromů

Metodika hodnocení stojících stromů

Datový soubor stojících stromů byl získán s cílem doplnit přesnější a komplexnější, ale zároveň mnohem náročnější měření z kmenových analýz. Celkem bylo vyfoceno 316 stromů ve 25 porostních skupinách pro nedestruktivní analýzu objemu kmene stojících stromů. Vzhledem k vysokému zastoupení modřínu v sedmém věkovém stupni na modelovém území, byly zahrnuty porostní skupiny již od sedmého věkového stupně oproti původnímu plánu zahrnout pouze porosty starší 80 let věku. Do měření byly zahrnuty stromy na revírech Budišov nad Budišovkou, Červený Kopec, Jánské Koupele, Dubová a Čermná. Většina měřených stromů spadá do 4. LVS a SLT 4S a 4B, okrajově jsou zahrnuty SLT 4H a 4K. Na podzim 2024 proběhlo měření stromů v 5. LVS, SLT 5B. Byly měřeny stromy v plně zapojených porostních skupinách, kde se modřín nachází v nadúrovňovém postavení ve směsi s bukem (110 stromů) a v ředinách vzniklých po kalamitním rozpadu smrkových porostů, kde je dnes modřín převážně ve výstavkovém postavení (206 stromů).

Při pořizování fotografií stromů byla měřena celková výška stromu, výška nasazení živé koruny (počítáno od prvního živého přeslenu kosterních větví), odstupová vzdálenost od stromu, případný sklon svahu, tloušťka kmene ve výšce 0,3 m (předpokládaná výška pařezu při těžbě) a výšce 1,3 m (DBH). Pro pořízení fotografií byl každý strom očíslován a barevnou páskou byla na stromu označena sekce ve výšce 1,3 m. V rámci aktivity bylo také změřeno 8 ks nalezených vývrátů modřínu, a to standardním měřením pásmem a průměrkou po jednometrových sekcích. Celkově tak byl získán soubor 324 měřených jedinců.

Analýza pořízených fotografií probíhala ve softwarovém prostředí DendroScanner 3.3.0 (Obr. 42) s použitím empiricky zjištěných hodnot korekcí zkreslení objektivu použitého fotoaparátu. Byl analyzován objem hroubí bez kůry a dále štíhlostní kvocient a korunový poměr vyjádřený jako poměr délky živé koruny k celkové výšce stromu.



Obr. 42. Ukázka prostředí nástroje DendroScanner pro analýzu tvaru kmene stojících stromů na základě digitální fotografie.

Projekty Grantové služby LČR

Vyhodnocení produkčního a pěstebního potenciálu modřínu opadavého na modelovém území

Tabulka 4. Přehled fotografovaných stromů pro zjišťování objemu, štíhlostního kvocientu a korunového poměru.

Porost	SLT	Zapojený	N	D	D _g	D _{min}	D _{max}	H	H _{min}	H _{max}
			(ks)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(m)	(m)	(m)
313E7	4B	NE	45	40,3	40,8	26,5	53,7	30,1	25,8	34,5
317E7*	4B	NE	8	34,5	35,0	29,2	44,9	32,2	28,2	36,6
402E7	5B	NE	8	45,3	45,5	33,7	52,3	27,8	25,2	30,9
403C7	5B	NE	6	47,1	47,7	37,2	58,8	25,8	24,8	26,8
404B7	5B	NE	14	43,5	43,9	26,1	52,4	27,3	24,5	31,9
503C1d	4B	NE	15	55,3	57,0	35,9	90,2	36,1	25,8	48,2
503C2	4B	NE	7	47,3	48,4	33,0	65,5	32,1	24,3	38,3
503E13	4S	NE	10	47,8	48,8	34,4	70,3	32,7	29,5	37,3
507C13	4H	NE	13	50,7	51,0	40,8	59,8	35,8	31,5	38,9
511C11	4S	ANO	30	42,6	42,9	31,4	52,4	36,3	32,9	38,5
512A10	4S	ANO	30	43,0	43,7	29,6	60,5	34,9	32,1	38,2
512B10	4S	ANO	31	42,9	43,4	30,9	60,2	33,4	30,3	37,0
626F12	4B	ANO	19	45,6	46,7	27,9	64,8	36,1	32,0	39,6
626F12/1	4B	NE	15	49,7	50,0	35,5	55,7	36,1	32,3	39,0
838A12	4K	NE	16	48,7	50,3	24,7	72,2	32,5	27,6	39,8
838D12	4S	NE	6	49,1	49,6	37,7	62,4	31,8	29,0	36,0
838D1a/12	4S	NE	9	45,7	46,1	33,9	55,7	32,4	28,8	36,1
840B10	4S	NE	7	48,7	49,6	34,7	61,6	32,3	30,3	34,6
840C12	4S	NE	5	49,2	50,6	30,4	67,8	32,2	26,8	37,7
840C1a	4S	NE	1	47,8	47,8	47,8	47,8	29,3	29,3	29,3
840C8a	4S	NE	14	45,4	45,8	35,4	57,1	30,6	27,7	34,6
840F2a	4S	NE	1	50,4	50,4	50,4	50,4	33,1	33,1	33,1
840G1a	4S	NE	1	46,2	46,2	46,2	46,2	35,6	35,6	35,6
840G2a	4S	NE	1	56,6	56,6	56,6	56,6	28,8	28,8	28,8
842D12	4S	NE	8	51,8	52,1	44,2	59,9	32,3	29,5	36,1
842D8/1d	4K	NE	4	50,8	52,7	28,8	64,2	32,0	26,0	35,5

N – počet stromů, D – průměrná výčetní tloušťka, D_g – střední kvadratická tloušťka, D_{min} – minimální měřená výčetní tloušťka, D_{max} – maximální měřená výčetní tloušťka, H – výška stromu, H_{min} – minimální měřená výška stromu, H_{max} – maximální měřená výška stromu, * – měření z ležících vývrátů.

Délka hroubí byla vypočítána interpolací pro danou hraniční sekci, pro odpočet kůry byl použit koeficient 0,83. Pro stanovení modelového objemu hroubí bez kůry byla použita alometrická rovnice:

$$V_{hrbk} = a \times (DBH + 1)^b \times H^c$$

Kde V_{hrbk} je objem hroubí bez kůry v m³, DBH je výčetní tloušťka stromu v cm, H je výška stromu v m a a, b, c jsou regresní koeficienty. Pro výpočet byl využit postup s využitím mocninných vah pro odstranění heteroskedasticity (nekonstantního rozptylu) z knihovny *nlme* v prostředí jazyka R. Mocninné váhy jsou vyjádřeny jako:

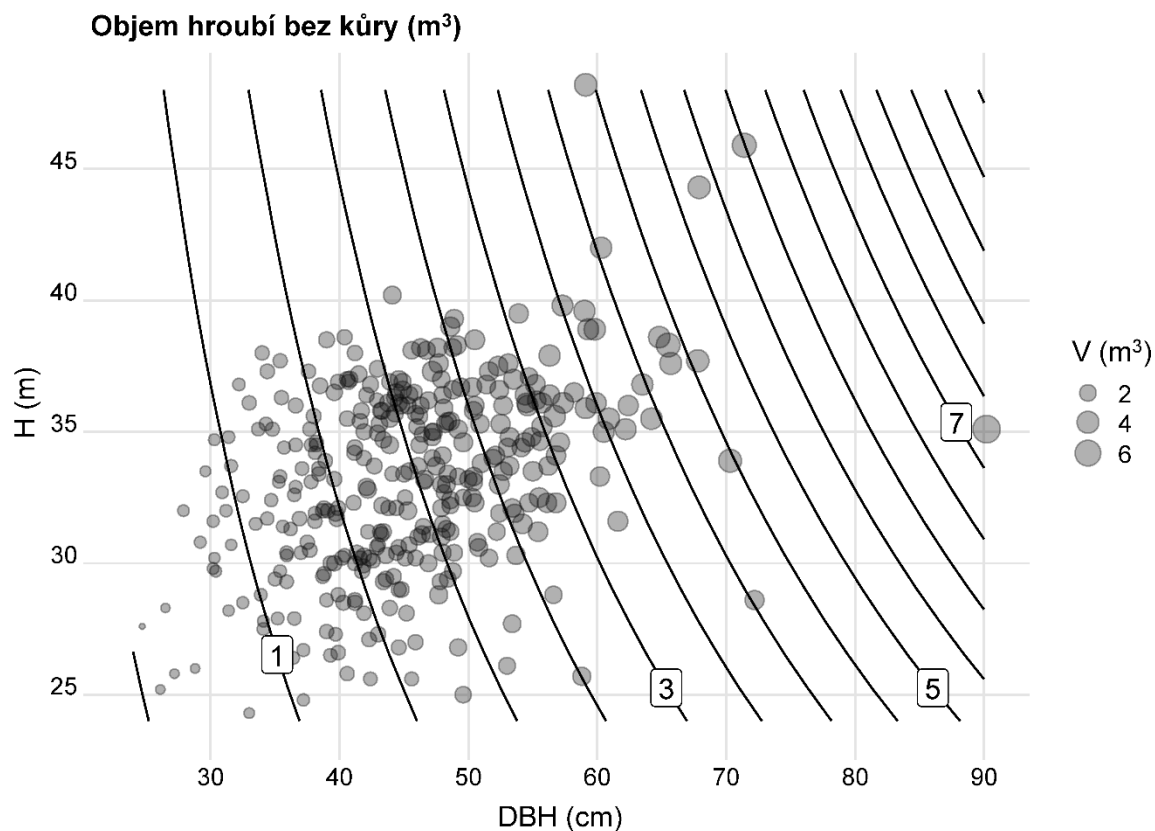
$$Var(\varepsilon_{ij}) = \sigma^2 |x_{ij}|^{2\delta}$$

Výsledky hodnocení stojících stromů

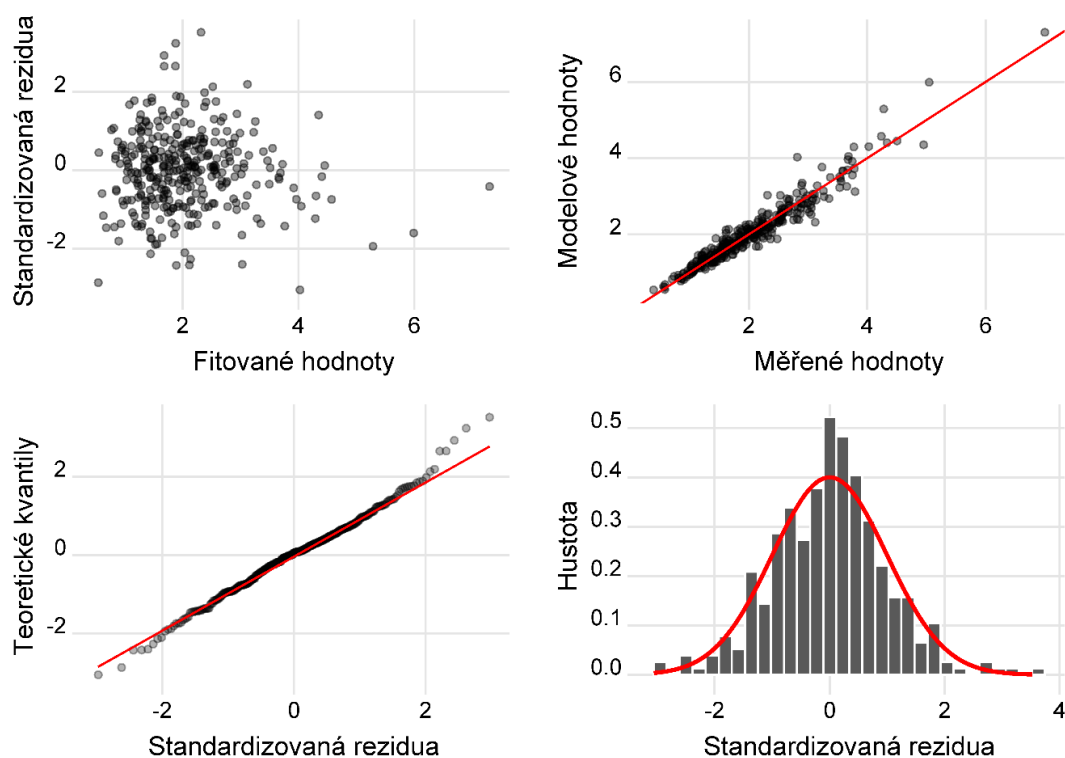
Tabulka 5. Hodnoty regresních parametrů, mocninných vah a residuální směrodatné odchylky modelu pro výpočet objemu hroubí bez kůry.

	95% dolní interval	Hodnota	95% horní interval
a	4.206616e-05	0.0000641913	8.631644e-05
b	1.823358e+00	1.8831314867	1.942905e+00
c	7.804773e-01	0.8832341389	9.859909e-01
Mocninná váha (δ)	0.8279069	0.9994038	1.170901
Reziduální směr. odch.	0.08579782	0.09785251	0.11160091

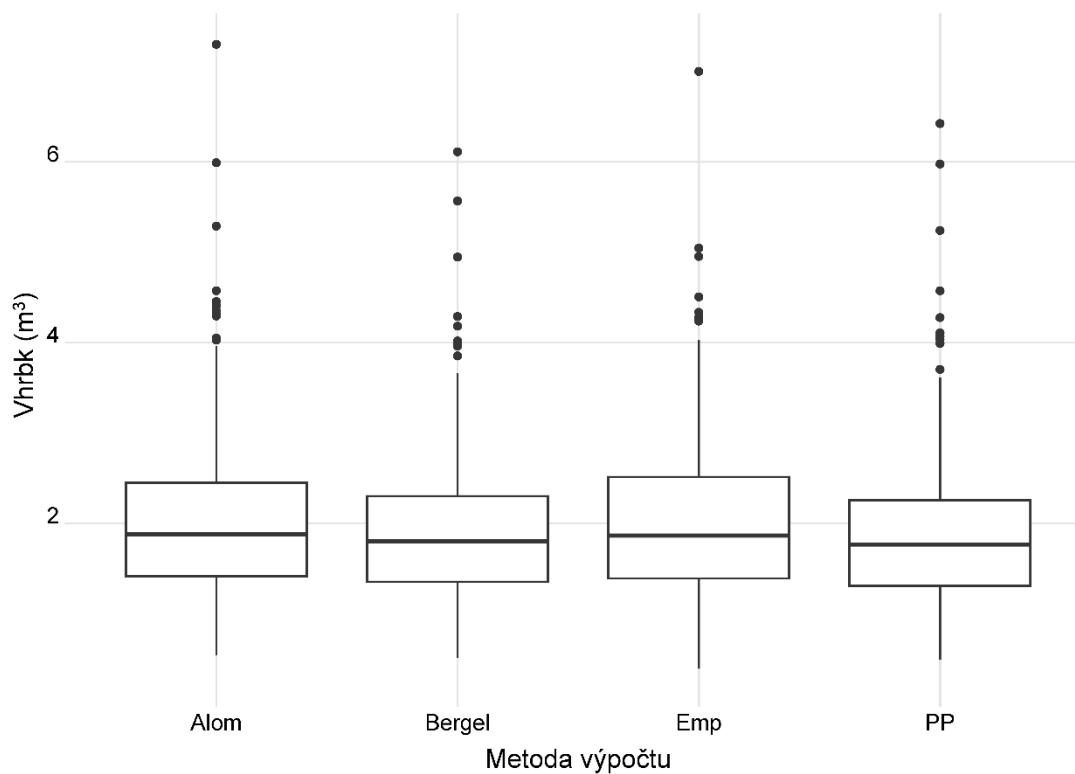
Výsledný model pro výpočet objemu hroubí bez kůry (Tabulka 6). Hodnoty regresních parametrů, mocninných vah a residuální směrodatné odchylky modelu pro výpočet objemu hroubí bez kůry.) nevykazuje systematické a závažné odchylky od předpokladů pro použití modelu. Použití mocninných vah v modelu výrazně eliminovalo heteroskedasticitu v reziduích modelu (Obr. 44). Regresní koeficienty byly počítány pro všechny stromy datového souboru, rozdělení dat kategorizovaně na uvolněné a neuvolněné jedince, případně podle SLT nevedlo ke statisticky průkazným rozdílům. Nelze však vyloučit, že při řádově větším množství dat by nebylo možné zachytit průkazné rozdíly. Model byl vypočítán pro data, kde se většina výčetních tloušťek pohybovala v rozmezí 30–70 cm a výšek 25–40 m (Obr. 43). Extrapolace mimo tuto oblast mohou být poměrně nespolehlivé. Zároveň model nelze použít pro porosty mladší (pod věkový stupeň7).



Obr. 43. Konturový graf objemu hroubí bez kůry v závislosti na výčetní tloušťce stromu v kůře (DBH) a výšce stromu (H). Velikost bodů je úměrná empirickým objemům stromů, linie konturového grafu odpovídají modelovým hodnotám.



Obr. 44. Diagnostické grafy regresního modelu pro výpočet objemu hroubí bez kůry z výčetní tloušťky a výšky stromu.



Obr. 45. Porovnání výpočtu hmotnatosti hroubí bez kůry pomocí alometrické rovnice (Alom), podle Bergela 1974 (Bergel), empirických (naměřených) hodnot (Emp) a podle Petráše a Pajtíka 1991 (PP).

Empirické hodnoty objemu hroubí bez kůry (Vhrbk) a modelové hodnoty alometrické rovnice byly porovnány s modelem podle Petráše a Pajtíka 1991 a modelem podle Bergela 1974. Bergelova rovnice je však určena pro výpočet hroubí s kůrou, a proto byl za účelem porovnání použit přepočtový koeficient 0,83 stejně jako u alometrické rovnice.

Petráš, Pajtík 1991:

$$\text{Vhrbk} = H^{1.244054} * (0.000008524 + 0.000030907 * \text{DBH}^{1.73649}) - 0.01234247 * H^{1.209406} * (\text{DBH}+1)^{-1.590811}$$

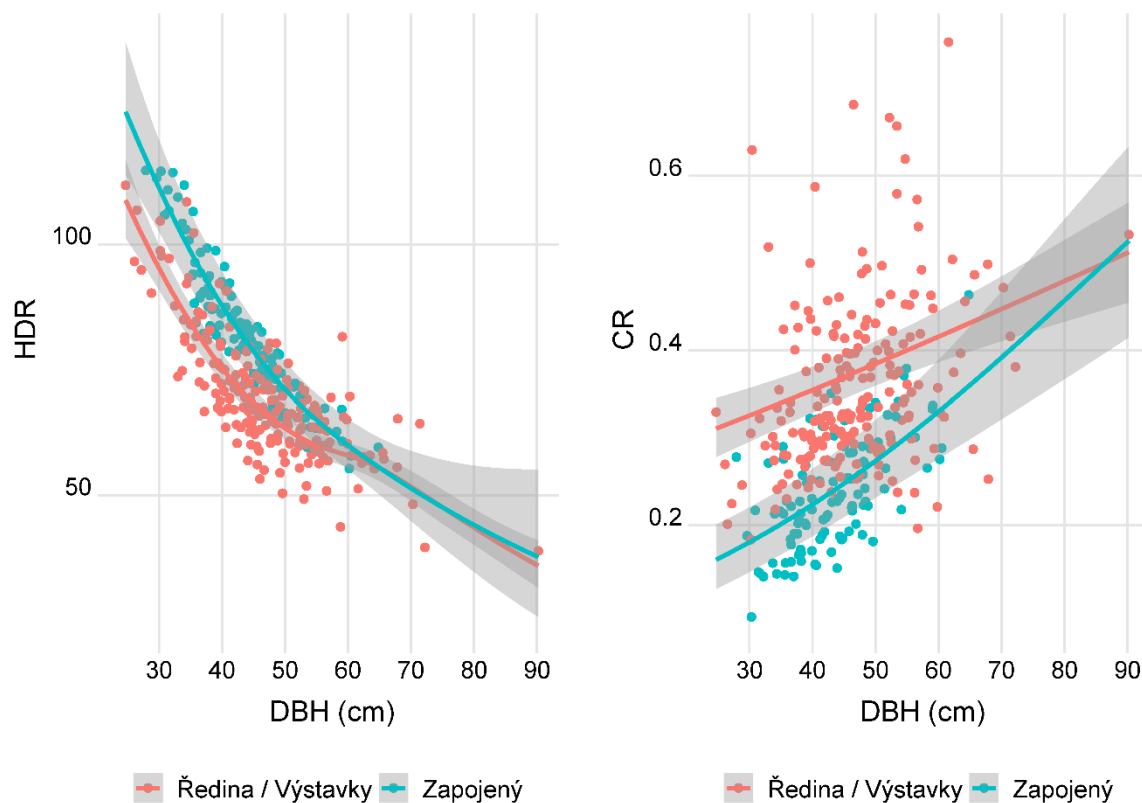
Bergel 1974:

$$\text{Vhrbk} = [0.69196 + 38.64556 / (H * \text{DBH}^2) - 0.01724 * \ln(\text{DBH})^2 - 20.77608 / (\text{DBH}^2) - 0.41727 / H] * 0,83$$

Stejně jako v případě kmenových vzorníků se ukázalo, že tabulky Petráš, Pajtík 1991 pro modřín mírně podhodnocují objem hroubí bez kůry. Velmi podobný výsledek jako tabulky Petráše a Pajtíka dává i rovnice podle Bergela 1974 (Obr. 45).

Podobně jako v případě kmenových vzorníků se i zde projevily rozdíly mezi štíhlostním kvocientem (HDR) a korunovým poměrem (CR) uvolněných modřínů a modřínů rostoucích v zápoji. Modříny rostoucí v ředinách a jako výstavky vykazovaly nižší (příznivější) hodnoty HDR v porovnání s modříny v zápoji (Obr. 46, vlevo). Také korunový poměr výstavkových modřínů a modřínů rostoucích v ředinách byl vyšší než v porostech zapojených (Obr. 46, vpravo).

Při interpretaci dat je třeba zohlednit, že zapojený modřín se vyskytoval výhradně ve směsi s bukem, zatímco modřín v ředinách a výstavkovém postavení v minulosti rostl převážně ve směsi se smrkem. Zásadní roli zde mohla sehrát odlišná pěstební intenzita, kdy ve smrkových porostech byly v minulosti prováděny intenzivnější pěstební zásahy spojené mimo jiné také s razantním uvolňováním korun modřínu. V bukových porostech s modřínem mohly být pěstební zásahy a tím i zásahy ve prospěch modřínu slabší. V současných směsích modřínu s bukem v mýtním věku, kde se vyskytují modříny s výrazně zkrácenou korunou a vyšším štíhlostním kvocientem je stabilita modřínu zajištěna především vzájemným krytím stromů v bukovém porostu. Ponechání části těchto modřínů na výstavky při odtěžení bukového porostu je poměrně riskantní z důvodu jeho nízké stability. Na druhou stranu i v těchto směsích lze při pečlivém výběru nalézt několik málo stabilních modřínových jedinců s délkou koruny nad 1/3 výšky stromu.



Obr. 46. Závislost štíhlostního kvocientu (HDR) a korunového poměru (CR) na výčetní tloušťce stromu. Závislost je modelována pomocí zobecněného aditivního modelu (GAM) s gamma (pro HDR) a beta (pro CR) distribucí.

Pěstební doporučení pro modřín opadavý v PLO 29 Nízký Jeseník

Úvod

Návrhy výchovných opatření pro nesmíšené porosty MD (nebo porosty s dominantním zastoupením MD) z umělé nebo přirozené obnovy jsou formulovány společně pro CHS (41, 45, 47 a 55). Cílené zakládání těchto porostů se obecně nedoporučuje, pokud se nejedná o zakládání porostů náhradních nebo přípravných dřevin. Skupiny s dominantním zastoupením MD do výměry ca 0,20 ha se považují za skupinovou příměs. Pro porostní směsi MD a hlavních dřevin jsou formulována pěstební doporučení pro hlavní CHS 45. Pro CHS 41, 47 a 55 jsou formulována pěstební doporučení jako odlišnosti od CHS 45.

Návrhy cílových druhových skladeb (CDS), obmýtlí a obnovní doby jsou diferencovány podle CHS (41, 45, 47, 55) a PCHS v rámci relevantně zastoupených SLT (4S, 4B, 5S, 5B, 3B, 4F, 4H, 3O, 4A, 3S, 3H, 4O) a dále podle porostního typu (1–smrkový, 2–jedlový, 3–borový, 4–modřínový, 5–dubový, 6–bukový, 7–listnatý smíšený).

Návrhy CDS koncepčně vychází z rámcových směrnic hospodaření OPRL pro PLO 29 Nízký Jeseník (ÚHUL 2024). Změny oproti OPRL spočívají především v definování vyššího zastoupení MD a částečně také DG v CDS jako částečné náhrady za ustupující SM a zvýšení (udržení) ekonomické rentability lesního hospodářství v oblasti. V nižších polohách je také navrhován mírně vyšší podíl LP a HB, jakožto dřevin pěstebně velmi vhodných pro tvorbu směsí s MD.

Obecné zásady pěstování modřínu

Modřín opadavý je perspektivní dřevinou pro tvorbu smíšených lesních porostů na území České republiky. Výhodou modřínu je jeho široká ekologická valence a schopnost růstu na bohatém spektru stanovišť od nížin do nižšího stupně horských poloh. Optimální jsou živná stanoviště 3. – 5. lesního vegetačního stupně, neprosperuje na zamokřených půdách.

Zakládání nesmíšených modřínových porostů není vhodné z důvodu zhoršování chemických vlastností půdy a zvýšené akumulace opadu v porovnání s listnatými dřevinami. Nesmíšené modřínové porosty špatně kryjí půdní povrch. Na bohatších stanovištích může docházet k nežádoucímu rozvoji buřene a blokaci přirozené obnovy. Není považován za meliorační dřevinu. Pod porosty modřínu byla zaznamenána nižší rychlost humifikace v porovnání s olší, břízou nebo borovicí.

Modřín je vhodnou součástí druhových skladeb jako základní přípravná dřevina, dřevina přimíšená a vtroušená, a také jako dřevina zpevňující na borových i smrkových stanovištích. Jako dřevina přípravná je vhodný na stanovištích přirozených borů (CHS 13) a dále na stanovištích exponovaných, kyselých a živných od nižších poloh až do hor (CHS 21, 23, 25, 41, 43, 45, 51, 53, 55, 71, 73, 75). Jako dřevina přimíšená a vtroušená je přijatelný na stejné škále stanovišť včetně stanovišť oglejených (CHS 27, 47, 57, 77). Nevhodný je v lužních lesích (CHS 19) a na všech stanovištích podmáčených (CHS 29, 39, 59, 79). Totéž platí i pro jeho zpevňující funkci.

V PLO 29 je modřín považován za původní dřevinu, a tudíž se na něj nevztahují omezení pro zavádění GND. To umožňuje jeho navýšení především v obnovních druhových skladbách. S jistou dávkou zjednodušení platí, že nejkvalitnější modříny jsou pěstovány v porostech, kde jejich zastoupení v mytném věku nepřesahuje 25 %.

Obnovu modřínu je nezbytné pro jeho světlo milnost realizovat výhradně na volné ploše. Hospodářskými způsoby vhodnými pro MD je holosečný a násečný. Tyto hospodářské způsoby je v případě směsi s MD zpravidla nutné kombinovat s dalšími podle výskytu dalších dřevin ve směsi.

Z hlediska zvyšování biodiverzity, stability lesních porostů a mitigace negativních projevů GZK je žádoucí pěstovat lesy s pestrým druhovým složením. Takové porosty však vyžadují vysokou odbornost při jejich zakládání a následné výchově. Provozně jednodušší je zakládání porostů ve směsi 2(3) základních dřevin. Druhové pestrosti se spíše dosáhne pomocí skupinového smíšení než individuálním smíšením více dřevin. V případě MD také platí, že nejde o základní dřevinu (s výjimkou přípravných porostů) a v mýtním věku by jeho zastoupení v porostní směsi mělo dosahovat nejvýše 35 % a často méně. Při definování počtu cílových modřínů v porostní skladbě se vychází z faktu, že dobře vyvinutá koruna dospělého modřínu má průměr ca 8–10 m, a tedy zaujímá plochu 50–80 m². Vyššího zastoupení modřínu v porostní směsi tak lze dosáhnout především v porostech s větší výškovou diferenciací s modřínem v nadúrovni.

Pěstební opatření v nesmíšených MD porostech a porostech s dominantním zastoupením MD

Opatření v nesmíšených porostech MD z umělé obnovy:

Zakládání nesmíšených modřínových porostů nad výměru 0,2 ha je nevhodné (pokud se nejedná o cílené zakládání přípravných porostů MD). Pokud byly porosty založeny hektarovou hustotou 2500 jedinců, je třeba výchovné zásahy započít již ve stádiu zapojujících se mlazín při horní porostní výšce 5 m. Odsunutí prvního zásahu až po dosažení horní porostní výšky 10 m již může negativně ovlivnit stabilitu jednotlivých stromů a vést k nenávratnému zkrácení korun budoucích cílových stromů. Při prvním zásahu se přednostně odstraní poškozené, nemocné a netvárné stromy v úrovni a zásah se dokončí negativním výběrem v podúrovni. Nadějní jedinci modřínu by v této fázi měli mít vzájemnou vzdálenost ca 3 až 4 m (600 až 1 100 stromů na ha).

Zásahy v tyčkovinách a tyčovinách se provádí 2× za decennium a jsou zaměřeny na odstraňování stromů které v úrovni konkurují nadějným MD v počtu 300–400 ks/ha, ale také k odstraňování případné vrůstající podúrovně, která zkracuje koruny nadějných MD. Délka korun nadějných MD v této fázi by ideálně neměla klesnout pod 1/2 výšky stromu.

Ve 40. roce věku je vhodné v kvalitních porostech modřínu podřídit výchovná opatření potřebám podsadeb (případně náletu) dalších dřevin (BK, LP, HB, JD, SM pouze z náletu). Za tímto účelem se MD prořadí na 300 ks na ha ponecháním nejlepších jedinců z nadějných stromů. Výchovné zásahy v horní MD etáži v druhé polovině obmýetí jsou již mírnější a vedou k postupnému uvolňování cílových jedinců MD tak, aby se do mýtního věku v porostu zachovalo ca 100 kvalitních MD s délkou koruny, která nepoklesne pod 1/3 délky stromu. V případě vrůstání jedinců spodní etáže do korun cílových modřínů, je zapotřebí jejich průběžné odstraňování, aby bylo zabráněno zkracování korun cílových MD.

Nesmíšené porosty MD z přirozené obnovy

Vznik rozsáhlejších nesmíšených porostů z přirozené obnovy není příliš pravděpodobný. Při vzniku hustých skupin přirozené obnovy MD se doporučuje redukce hektarového počtu na 2500 jedinců při výšce 0,5–1 m. Přitom se šetří žádoucí příměs především listnatých dřevin. Výchovné zásahy v MD od horní porostní výšky 5 m se dále řídí stejnými zásadami, jako v porostech z obnovy umělé.

Pěstební opatření v CHS 45

Pěstební opatření ve směsích MD s BK

Jedná se o základní a biologicky velmi vhodnou směs pro CHS 45, která z hlediska hospodaření s vodou přináší pozitivní efekt pro MD bez relevantního negativního ovlivnění BK jako hlavní dřeviny. Z hlediska produkčního je výhodná dvouetážová struktura s jednotlivě přimíseným MD v nadúrovni.

Při skupinovitém smíšení výsadba 3–10 ks MD ve sponu 2 × 2 až 2 × 3 m nejlépe na vyvýšených místech. Opatření je vhodné zvláště na rozsáhlejších kalamitních holinách. Výchovné zásahy v MD skupinkách se provádí jako u nesmíšených MD porostů.

Umělá obnova MD jednotlivým přimísením v počtu ca 300 MD na ha. Podle některých literárních údajů snáší modřín v pahorkatinách v mladém věku určité zastínění BK. Nedoporučuje se však na toto spoléhat a při zkrácení korun MD na 60% výšky stromu započít s jeho razantním uvolňováním od BK, včetně odstraňování vrůstajících jedinců z podúrovně. První zásah realizovat při horní výšce 5 m. Do 40 let věku opakovat 2 výchovné zásahy za decennium s postupnou redukcí MD na ca 100 ks/ha nejkvalitnějších jedinců MD s korunou jejíž délka ideálně nepoklesla pod ½ výšky stromu. Od 40 let věku zásahy již mírnější. Přednostní uvolňování cílových nejkvalitnějších jedinců MD v počtu 40–60 ks/ha v době mytní zralosti (spodní limit počtu v 3H, 3B, 3S a 4S, horní limit v 4H a 4B). Délka korun těchto MD by neměla poklesnout pod 1/3 výšky stromu.

Po odtěžení BK je možné ponechat několik (5–6 ks/ha) MD výstavků pro přirozenou obnovu (především na stanovištích 3S a 4S s vyšším potenciálem přirozené obnovy). Výrazná akcelerace objemového přírůstu MD výstavků po uvolnění je nepravděpodobná, ale výstavky si na nejlepších stanovištích 4B, 4H udržují dobrý přírůst a kvantitativní mytní zralosti dosahují ve věku ca 180 let.

Z oblasti PLO 29 jsou známy mytní porosty BK se zastoupením kvalitního MD v nadúrovni, kde délka korun většiny nadúrovňových stromů MD nedosahuje ani 1/3 výšky stromu a v průměru se pohybuje jen okolo 20 %. Tyto MD mají zároveň vyšší hodnoty štiřlostního kvocientu. Proto nejsou tyto stromy vhodné pro předržení na výstavky. Jejich stabilita spočívá především v efektu vzájemného krytí uvnitř BK porostu. Po vytěžení BK jsou ponechané výstavky MD příliš ohroženy vývraty a krátká koruna rovněž neposkytuje potenciál k dalšímu významnému objemovému přírůstu.

Pěstební opatření ve směsích MD se SM

Směs MD se smrkem je biologicky méně vhodná z několika důvodů. Ve směsích se smrkem dochází k značné kompetici o půdní vodu. Nadějně a později cílové MD je třeba velmi razantně uvolňovat od bočního zástínu SM. V podmínkách PLO 29 je smrk velmi labilní porostní složkou a jeho zastoupení v porostní skladbě se neustále snižuje. Zakládání této směsi v podmínkách PLO 29 proto nedoporučujeme.

Umělá obnova MD jednotlivým přimísením v počtu ca 300 MD na ha. Lze také zakládat užší pruhy (2–3 řady) MD s klínovitými výběžky do základní dřeviny (SM) na návětrné straně porostů, podél cest, průseků apod. pro zpevnění porostů proti větru a závěsům sněhu. Lze zde využít snížených hektarových počtů 1200 ks/ha.

První výchovný zásah ve směsi realizovat při horní výšce 5 m s uvolněním ca 200 ks/ha MD od bočního zástínu. Do 20 let věku opakovat 2 výchovné zásahy za decennium a do věku 40 let 1 zásah za decennium s postupnou redukcí MD na ca 100 ks/ha nejkvalitnějších jedinců MD s korunou jejíž délka

ideálně nepoklesla pod $\frac{1}{2}$ výšky stromu. Od 40 let věku zásahy již mírnější. Přednostní uvolňování cílových nejkvalitnějších jedinců MD v počtu 50 ks/ha v době mytní zralosti. Délka korun těchto MD by neměla poklesnout pod $\frac{1}{3}$ výšky stromu.

Na holině je možné ponechat několik (5–6 ks/ha) MD výstavků pro přirozenou obnovu (především na stanovištích 3S a 4S s vyšším potenciálem přirozené obnovy).

Pěstební opatření ve směsích MD s BO

Jedná se o biologicky vhodnější směs, než je směs se smrkem. Řídká koruna borovice tolik nestíní koruny MD.

Umělá obnova MD jednotlivým přimíšením v počtu ca 250 MD na ha. První výchovný zásah ve směsi realizovat při horní výšce 5 m s uvolněním ca 180 ks/ha MD od bočního zástínu. Do 40 let věku opakovat 2 výchovné zásahy za decennium s postupnou redukcí MD na ca 80 ks/ha nejkvalitnějších jedinců MD s korunou jejíž délka ideálně nepoklesla pod $\frac{1}{2}$ výšky stromu. Od 40 let věku zásahy již mírnější. Přednostní uvolňování cílových nejkvalitnějších jedinců MD v počtu 40 ks/ha v době mytní zralosti. Délka korun těchto MD by neměla poklesnout pod $\frac{1}{3}$ výšky stromu.

Pěstební opatření ve směsích MD s DB

Umělá obnova MD jednotlivým přimíšením v počtu ca 200 MD na ha. První výchovný zásah ve směsi realizovat při horní výšce 5 m s uvolněním ca 150 ks/ha MD od bočního zástínu. Do 40 let věku opakovat 2 výchovné zásahy za decennium s postupnou redukcí MD na ca 80 ks/ha nejkvalitnějších jedinců MD s korunou jejíž délka ideálně nepoklesla pod $\frac{1}{2}$ výšky stromu. Od 40 let věku zásahy již mírnější. Přednostní uvolňování cílových nejkvalitnějších jedinců MD v počtu 30 ks/ha v době mytní zralosti. Délka korun těchto MD by neměla poklesnout pod $\frac{1}{3}$ výšky stromu.

Pěstební opatření ve směsích MD s JD

Umělá obnova MD jednotlivým přimíšením v počtu ca 350 MD na ha. První výchovný zásah ve směsi realizovat při horní výšce 5 m s uvolněním ca 200 ks/ha MD od bočního zástínu. Do 20 let věku opakovat 2 výchovné zásahy za decennium a do 40 let věku pak 1 zásah za decennium s postupnou redukcí MD na ca 120 ks/ha nejkvalitnějších jedinců MD s korunou jejíž délka ideálně nepoklesla pod $\frac{1}{2}$ výšky stromu. Od 40 let věku zásahy již mírnější. Přednostní uvolňování cílových nejkvalitnějších jedinců MD v počtu 50 ks/ha v době mytní zralosti. Délka korun těchto MD by neměla poklesnout pod $\frac{1}{3}$ výšky stromu.

Pěstební opatření v pestrých směsích MD a dalších především listnatých dřevin

Tyto směsi vznikají či budou vznikat především z přirozené a kombinované obnovy na celé škále stanovišť včetně podmínek kalamitních holin. Vzhledem k obrovské pestrosti kombinací nelze formulovat jednoznačná a dostatečně stručná doporučení. Následující doporučení jsou tedy jen velmi rámcová a v praxi je nutno vždy přihlídnout k individuálnímu stavu porostů.

Při umělé obnově využívat MD jako jednotlivou příměs v max počtu 300 ks po ha. V rámci umělé obnovy je žádoucí MD obklopit dřevinami jako je JD, LP, BK, HB nebo jej vnášet do přirozené obnovy těchto dřevin. V podmínkách nižších nadmořských výšek (3. LVS) zvýšit zastoupení LP a HB na úkor jedle a buku. Uvolňování MD zahájit nejpozději, když jsou koruny MD zkráceny na 60% výšky stromu. Při prvním zásahu uvolnit kvalitní modřín v počtu ca 150–200 jedinců. Další zásahy do 40 let provádět 2 × za decennium s dosažením ca 80–100 ks/ha nejkvalitnějších jedinců MD s korunou jejíž délka ideálně

nepoklesla pod ½ výšky stromu. Od 40 let věku zásahy již mírnější. Přednostní uvolňování cílových nejkvalitnějších jedinců MD v počtu 30–50 ks/ha v době mytní zralosti s korunou o délce minimálně 1/3 výšky stromu. V případě nedosažení požadované délky korun cílových MD je riskantní tyto využívat jako výstavky z důvodu nízké stability.

Pěstební opatření odlišná od opatření v CHS 45

Pěstební opatření ve směsích MD s BK

Vzhledem k chudším podmínkám. CHS 41 není razantní uvolňování MD od BK (včetně podúrovňových) již od fáze nastávajících mlazin tak akutní jako v CHS 45. Naopak v CHS 47 a 55 platí důraz na silnější uvolnění jako v CHS 45. V CHS 47 se s BK nepočítá jako s převládající složkou a bude tak spíše minoritní součástí v pestřejších druhových skladeb. Časování i umístění zásahů je shodné pro ostatní CHS jako v CHS 45. Pro všechny popisované CHS bude uvolňování cílových nejkvalitnějších MD po 40 letech věku v počtu ca 40 ks/ha především v 3. LVS a vyšší (ca 60 ks/ha) ve 4. LVS.

Ponechání MD výstavek po odtěžení BK lze v CHS 41 doporučit prakticky na všech stanovištích (vzhledem k exponovaným lokalitám je zde menší riziko zabuření). Naopak v CHS 47 a 55 se doporučuje jen na stanovištích s vyšším potenciálem přirozené obnovy (3P, 4P, 5S a 6S).

Pěstební opatření ve směsích MD se SM

Pěstební zásady jsou shodné s CHS 45. Vhodnost směsi MD se SM je vyšší pro CHS 47, z důvodu lepšího zásobení vodou a částečně i pro CHS 55, kde je pěstování SM méně rizikové než v CHS 45.

Ponechávání výstavek MD po odtěžení SM ze směsi má opět větší význam na stanovištích s vyšším potenciálem přirozené obnovy, tj. v CHS 41 na převážné většině stanovišť, na ostatních stanovištích omezeně CHS 47 (3V a 4V), CHS 55 (5S a 6S).

Pěstební opatření ve směsích MD s BO

Přístup ke směsi obdobný jako u CHS 45. Na CHS 41 a 47 je tato směs šířeji využitelná vzhledem k vyššímu zastoupení BO v CDS na těchto stanovištích. V CHS 55 je tato směs méně vhodná.

Pěstební opatření ve směsích MD s DB

Pěstební zásady shodné s doporučením pro CHS 45. Použití této směsi je vhodné na CHS 41 a zejména CHS 47, kde je DB více zastoupen v druhové skladbě. V CHS 55 je možno o této směsi uvažovat jen pro stanoviště 5. LVS.

Pěstební opatření ve směsích MD s JD

Pěstební přístup (obnova a výchova) ke směsi obdobný jako u CHS 45. Jedná se o velmi vhodnou směs dřevin s rozdílnými nároky na světlo. Je tedy výhodné pěstovat světlomilný MD v nadúrovni a stín snášející JD v podúrovni. Vzhledem k vhodnějším širším rozestupům nadějných (cílových) MD však JD bude často vstupovat i do úrovně. Za velmi vhodnou, lze tuto směs považovat na stanovištích s vyšším zastoupením JD v CDS, tj. především na CHS 47, ale i CHS 55.

Pěstební opatření v pestrých směsích MD a dalších především listnatých dřevin

Pěstební přístup k těmto směsím popsany pro CHS 45 je obdobný i pro ostatní CHS. Rozdíl je především ve volbě vhodných dalších listnatých dřevin pro smíšení. Pro CHS 41 půjde o LP případně další dřeviny schopné snášet podmínky exponovaných stanovišť (HB, BR, JR, BB). V případě CHS 47 pak lze do směsi

Projekty Grantové služby LČR

Vyhodnocení produkčního a pěstebního potenciálu modřínu opadavého na modelovém území

preferovat dřeviny jako je BR, OL, OS, KL apod. Pro stanoviště CHS 55 bude volba obdobná jako v CHS 45 avšak se zohledněním podmínek vyšších poloh, tj. výběr bude zřejmě užší a potenciál dřevin jako např. TR, JV, JS bude nižší.

Návrh cílových druhových skladeb, obmýtí a obnovní doby pro CHS s významným zastoupením MD v PLO 29 Nízký Jeseník

CHS 41 – Exponovaná stanoviště středních poloh

PCHS41 d: 4F

PCHS 41 g: 4A

HS 411 SM

Obmýtí 90

Obnovní doba 40

PCHS 41 d

CDS: MD 10–15, BK 25–35, SM 15, LP 5–10, JV KL 5–10, JD 5–10, HB 5, DBZ 5, JS JLH TR +, BR OS 5, DG 5

PCHS 41 g

CDS: MD 10–15, BK 15–20, LP 15–20, DBZ 15, SM 10–15, JD 5–10, HB 5, JS JL JLH JLV TR +, BR OS 5, DG 5

HS 412 JD

Obmýtí 130

Obnovní doba 50

PCHS 41 d

CDS: MD 15, JD 35–45, BK 5–10, SM 5, DG 5, LP 5, JV KL HB 5, DBZ 5, JS JL JLH TR +, BR OS JR 5

PCHS 41 g

CDS: MD 15, JD 35–40, , BK 5, DBZ 10, SM 5, DG 5, LP 10–15, JV KL HB 5, BRK JL JLH TR BB JS +, BR OS JR 5

HS 413 BO

Obmýtí 120

Obnovní doba 40

PCHS 41 d

CDS: MD 15–20, BO 30–40, BK 15, DBZ 10, JD 5, HB 5, LP 5, TR +, DG 5, SM +

PCHS 41 g

CDS: MD 20–25, BO 25, BK 10, DBZ 5–10, KL JV 5–10, LP LPV 10, JD 5, HB +–5, BR OS +–5, DG 5, SM +

Projekty Grantové služby LČR

Vyhodnocení produkčního a pěstebního potenciálu modřínu opadavého na modelovém území

HS 415 DB

Obmýtlí 140

Obnovní doba 40

PCHS 41 d

CDS: MD 10–15, DBZ 30–35, LP 5–10, KL JV 5–10, BK 10, DG 5, JD 10, HB 5, JS JLH TR +, BR OS 5–10, SM +

PCHS 41 g

CDS: MD 10–15, DBZ 35–40, BK 10, KL JV 5, LP 10–15, JD 5–10, HB 5, BR OS 5, JLH TR +, DG 5, SM +

HS 416 BK

Obmýtlí 120

Obnovní doba 50

PCHS 41 d

CHS: MD 15–20, BK 30–40, LP 10, KL JV 5–10, SM 5, JD 10, HB 5–10, JS JLH TR +, BR OS 5, DG 5

PCHS 41 g

CHS: MD 10–15, BK 30–40, DBZ 10, KL JV 5, LP 10–15, JD 5–10, HB 5–10, BR OS 5, JLH TR +, DG 5

HS 417 listnatý smíšený

Obmýtlí 110

Obnovní doba 40

PCHS 41 d

CDS: MD 15, BK 20–30, LP 10, KL JV 5–10, SM 5, DBZ 10, JD 5–10, HB 5, JS JLH TR +, BR OS 5–10, DG 5

PCHS 41 g

MD 15, DBZ 25–30, BK 15–20, KL JV 5–10, LP 10, JD 5, HB 5, JS 5, JLH TR +, BR OS 5, DG 5, SM +

CHS 45 – Živná stanoviště středních poloh

PCHS 45 a: 3S (kromě 3S2, 3Se), 3H (kromě 3He), 3B (kromě 3Be)

PCHS 45 b: 4S (kromě 4S2, 4Se), 4H (kromě 4He), 4B (kromě 4Be)

HS 451 SM

Obmýtlí 80

Obnovní doba 30

PCHS 45 a:

CDS: MD 15, DBZ 25–30, JV KL +–5, LP LPV 10–15, BK 10–15, JD 5, SM 5, HB 5, BR OS 1–5, DG 5

PCHS 45 b:

CDS: MD 20, BK 20, JV KL 5–10, LP LPV 5–10, JD – 10, SM 10, BO 5, DBZ 5, BR OS 5, JLH JS TR +, DG 10, JDO +

HS 452 JD

Obmýtlí 120

Obnovní doba 50

PCHS 45 a:

CDS: MD 15, JD 30–35, JV KL 5, LP 15–20, BK 5–10, DBZ 10, HB 5, TR JLH +, BR OS +–5, DG 5, SM +

PCHS 45 b:

CDS: MD 15–20, JD 35–40, BK 20–25, JV KL LP 10, SM 5, JLH JS TR +, BR OS +–5, DG 5

HS 453 BO

Obmýtlí 110

Obnovní doba 40

PCHS 45 a:

CDS: MD 10–15, BO 15, DBZ 15–25, JV KL 5, LP 10, BK 5–10, JD 5, HB 5, BR OS 5, HR JB JLH TR +, DG 5, SM +

PCHS 45 b:

CDS: MD 15, BO 15, BK 20–25, JV KL 5–10, LP 5–10, DBZ 10–15, JD 5, SM 5, BR OS 5, JLH JS TR +, DG 5

Projekty Grantové služby LČR

Vyhodnocení produkčního a pěstebního potenciálu modřínu opadavého na modelovém území

HS 454 MD

Obmýtlí 100

Obnovní doba 30

PCHS 45 a:

CDS: MD 20–25, DBZ 20, JV KL 5, LP LPV 10–15, BK 10, JD 5–10, HB 5, JLH TR +, SM 5, BR OS 5, DG 5–10

PCHS 45 b:

CDS MD 30–35, BK 15–20, JV KL 5–10, LP LPV 5, JD 5–10, DBZ 10, SM 5, JLH JS TR +, BR OS 5–10, DG 10

HS 455 DB

Obmýtlí 130

Obnovní doba 40

PCHS 45 a:

CDS: MD 10, DBZ 40, JD 10, , JV KL 5, LP LPV 10–15, BK 5, HB 5, HR JB JLH TR +, BR OS 5, DG 5

PCHS 45 b:

CDS: MD 15, DBZ 40, BK 5–10, JV KL 5–10, JD 10, LP 5, JLH JS TR 2, SM +, BR OS 5, DG 5–10

HS 456 BK

Obmýtlí 110

Obnovní doba 50

PCHS 45 a:

CDS: MD 20, BK 30, JD 5–10, DBZ 10, JV KL 10, LP 10–15, JLH TR +, HB 5, DG 5–10, SM +

PCHS 45 b:

CDS: MD 25, BK 35–40, JD 10, LP 5–10, JV KL 10, HB +, JLH TR +, DG 5–10, SM +

HS 457 listnatý smíšený

Obmýtlí 90

Obnovní doba 30

PCHS 45 a:

CDS: MD 10, JV KL 10, LP 10–20, BK 15–20, DBZ 15–20, JD 10, HB 5, HR JB JLH TR 5, BR OS 5, DG 5

PCHS 45 b:

CDS: MD 10–15, BK 25, JV KL 5–10, LP 10, DBZ 15, JD 10, TR 5, SM 5, JLH JS +, BR OS 5, DG +–5

CHS 47 – Oglejená stanoviště středních poloh

PCHS 47 a: 30, 40

HS 471 SM

CDS: MD 15, BK 5, DB 25, JD 10–15, LP 5–10, OL 10, SM 10, KL 5, BR OS 5, HB JLH JLV JS TR +, DG 5

Obmýtl 80

Obnovní doba 30

HS 473 BO

CDS: MD 5–10, BO 30–40, JD 10–15, OL 10–15, LP 5–10, KL 5, BK 5, SM 5, DB 5, BR OS 5–10, DG 5

Obmýtl 120

Obnovní doba 40

HS 475 DB

CDS: MD 5–10, DB 40–50, JD 10–15, LP 5–10, OL 10–15, KL 5, BK HB 5, BR OS 5, JLH JLV JS TR +, DG 5

Obmýtl 120

Obnovní doba 40

HS 477 listnatý smíšený

CDS: MD 10, JV KL 10, LP 15, BK 15–20, DB 15–20, JD 10–15, OL 10, JLH JLV JS TR +, HB +–5, BR OS 5, DG 5

Obmýtl 90

Obnovní doba 40

CHS 55 – Živná stanoviště vyšších poloh

PCHS 55 a: 5S (kromě 5S2, 5Se), 5H, 5B (kromě 5Be)

HS 551 SM

Obmýtl 100

Obnovní doba 40

CDS: MD 10, SM 30–40, BK 10–20, JD 10–15, JV KL 10, LP 5, BR JR OS 10, JLH JS +, DG 5–10

HS 552 JD

Obmýtl 130

Obnovní doba 50

CDS: MD 10, JD 30–40, BK 10–20, SM 10–20, JV KL 10, LP 5, , BR OS 10, JLH JS +, DG 5

HS 554 MD

Obmýtl 110

Obnovní doba 30

CDS: MD 20–25, BK 20, JD 10–15, SM 15, JV KL 10, LP 5, BR OS 5, JLH JS +, BO 5, DG 5

HS 556 BK

Obmýtl 120

Obnovní doba 50

CDS: MD 10–15, BK 40–50, JD 15, JV KL 10, LP 5, , SM 5, JLH JS +, DG 5

HS 557 listnatý smíšený

Obmýtl 90

Obnovní doba 40

CDS: MD 15, BK 30–35, JV KL 10–15, LP 10, JD 5–10, SM 10, JLH JS 5, BR OS +–5, DG +–5

Souhrn za závěrečnou zprávu

Kmenové analýzy 30 vzorníků modřínu ukázaly, že **modříny jsou schopny intenzivně přirůstat i v dospělém věku**. U velké části analyzovaných vzorníků křivky běžného a průměrného objemového přírůstu divergují, což znamená, že zatím ani zdaleka **nedosáhly kvantitativní mýtní zralosti**. Hodnoty štihlостního kvocientu kulminují mezi 40 a 80 rokem věku. Modříny ve stádiu tyčovin a nastávajících kmenovin tak mohou vykazovat nižší mechanickou stabilitu než porosty v dospělém věku. Výškový a objemový růst analyzovaných vzorníků je rychlejší, než predikují modely růstových tabulek, tloušťkový růst a růst na kruhové ploše více koresponduje s růstovými tabulkami. Pro soubor analyzovaných vzorníků objemové rovnice (Petráš, Pajtík 1991) systematicky podhodnocují objem hroubí i objem kmene, naproti tomu **objem hroubí určený z hmotových tabulek ÚLT odpovídá skutečným hodnotám**. Podrobnější výsledky analýz kmenových vzorníků jsou uvedeny v přílohách 1. a 2. kontrolní zprávy.

Letokruhové analýzy potvrdily, že **dospělý modřín nereagoval zvýšeným přírůstem na uvolnění** od smrku (světlostní přírůst), ale ani nedochází k poklesu přírůstu v důsledku vyšší exponovanosti stromů ke stresům abiotického charakteru. Tím **není zpochybňována nutnost intenzivní výchovy** modřínu v **mladších věkových stádiích**.

Z analýzy dat NIL je patrné, že **vyšší produkční potenciál** lze u modřínu očekávat na stanovištích v **nižších LVS a edafických kategoriích H, B a K**. Z hlediska produkce se jako nejméně vhodná jeví stanoviště edafické kategorie I, kde po velmi brzké kulminaci běžných objemových přírůstu (41 let) dochází k velmi rychlému poklesu. Naproti tomu **přírůst na živných stanovištích kulminuje ve věku 108 let** a od bodu kulminace klesá výrazně pomaleji. **Věk dosažení kvantitativní mýtní zralosti** se výrazně liší v závislosti na stanovišti a pohybuje se od **68 let na edafické kategorii I po 185 let na kategorii B**. Pro živná stanoviště souhrnně vychází věk mýtní zralosti dokonce 202 let.

Byla analyzována data z LHP (2023–2032) pro LHC Vítkov (1510). Data potvrzují významné **využívání modřínu při obnově kalamitních ploch** po rozpadu převážně smrkových porostů v posledních ca 3 deceniích, avšak výhradně jako **součástí druhově pestřejších porostních směrů**. Těžištěm výskytu i zásoby modřínu je na LHC Vítkov **CHS 45** a zejména **SLT 4S** a **4B**. Z pohledu rozložení věkových stupňů je modřín výrazně zastoupen v 7. věkovém stupni. Je tedy předpoklad, že i v následujících několika deceniích bude modřín na LHC Vítkov **důležitým nositelem objemové produkce** a pravděpodobně i nejdůležitějším nositelem **hodnotové produkce**.

V rámci nedestruktivních analýz objemů a tvaru kmenů stojících stromů byly pořízeny digitální fotografie **316 modřínů převážně na živných stanovištích 4. a v menší míře 5. LVS**. Na těchto datech se nepodařilo nalézt signifikantní odlišnosti v objemech stromů na základě rozdílného LVS, SLT nebo stupně uvolnění. Proto byla zkonstruována jedna alometrická rovnice pro celý datový soubor. Rovnice poskytuje odhady objemu hroubí bez kůry na základě znalosti výčetní tloušťky a výšky stromu. **Rovnice i empirická data vykazují mírně vyšší hodnoty objemu hroubí bez kůry** než tabulky podle Petráše a Pajtíka 1991. Tento výsledek je v souladu s porovnáním empirických a tabulkových hodnot kmenových vzorníků.

Ve zprávě jsou formulována **pěstební a hospodářsko-úpravnická doporučení pro modřín v rámci PLO 29 Nízký Jeseník**. Pěstební doporučení jsou formulována pro převažující CHS 45 s formulací odlišnosti od tohoto základního CHS pro další významněji zastoupené CHS (41, 47 a 55). Návrhy cílové druhové skladby, obmýtlí a obnovní doby jsou formulovány pro HS, případně pro PCHS.

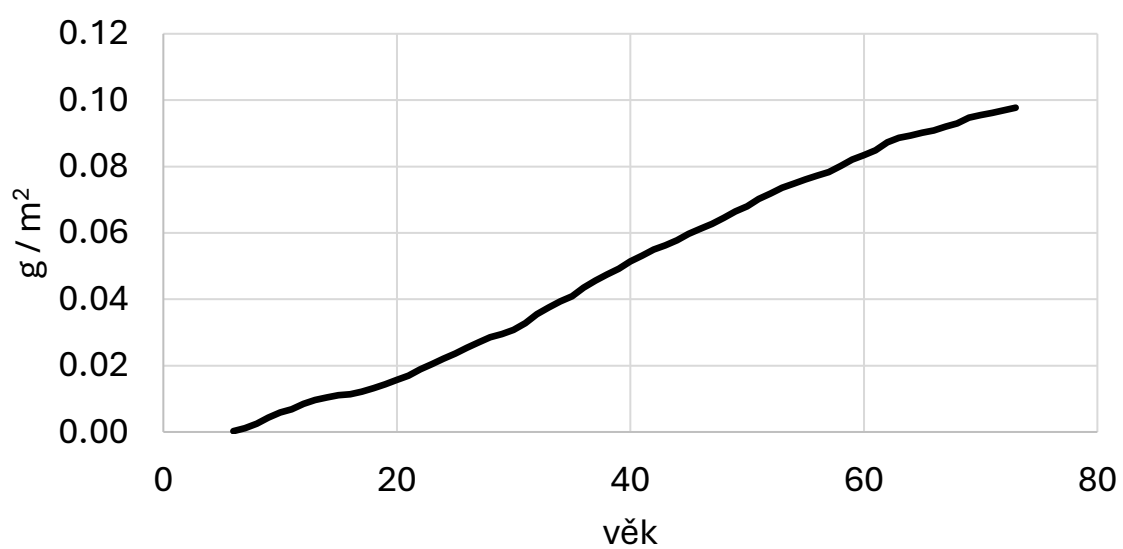
Literatura

- ČERNÝ M., PAŘEZ J. 1998. Růstové tabulky dřevin České republiky, modřín, jedle, jasan, olše černá, topol, habr, akát, douglaska. Ústav pro výzkum lesních ekosystémů s.r.o., Jílové u Prahy.
- NOVÁK J., SLODIČÁK M. 2006. Development of young substitute larch (*Larix decidua* Mill.) stands after first thinning. *Journal of Forest Science*, 52 (4): 147–157. DOI: 10.17221/4497-JFS
- KACÁLEK D., MAUER O., PODRÁZSKÝ V., SLODIČÁK M a kol. 2017. Meliorační a zpevňující funkce lesních dřevin. *Lesnická práce*.
- LESPROJEKT 1952. Hmotové tabulky ÚLT. Lesprojekt, Brandýs nad Labem.
- MANSFELD V., APLTAUER J., SMEJKAL J. 2023. Modřín opadavý (*Larix decidua*) Rozbor stavu a předpokládaného vývoje na základě analýzy dat LHPO, ERMA a OPRL. Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem.
- PETRÁŠ R., PAJTIK J. 1991. Sústava česko-slovenských objemových tabuliek dřevin. *Lesnícky časopis* 37.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J., ULBRICOVÁ I. 2006. Rychlost regenerace lesních půd v horských oblastech z hlediska kvantity nadložního humusu. *Zprávy lesnického výzkumu*, 51 (4): 230–234.
- PODRÁZSKÝ V.V., ULBRICOVÁ I. 2004. Restoration of forest soils on reforested abandoned agricultural lands. *Journal of Forest Science*, 50 (6): 249–255. DOI: 10.17221/4622-JFS
- POKORNÝ P., HOŠKOVÁ K., PRACH J., ŠÍDA P., BEDNÁŘ P. 2023. Nová paleobotanická data prokazují původní status modřínu opadavého (*Larix decidua* MILL.) v severních Čechách. *Zprávy lesnického výzkumu*, 68 (4): 197–205.
- PULKRAB K., SLOUP M., SLOUP R. 2014 Ekonomická doba obmýtní. *Central European Forestry Journal*, 60: 223–230.
- SLODIČÁK M., NOVÁK J. 2008. Výchova porostů náhradních dřevin. VÚLHM, Straný: 28 s.
- ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J., NOVOTNÝ P. 2006. Význam modřínu opadavého pro lesní hospodářství ČR. *Lesnická práce*, 85 (12).
- ÚSTAV PRO HOSPODÁŘSKOU ÚPRAVU LESŮ BRANDÝS NAD LABEM: Inventarizace lesů v České republice 2001-2004: Inventarizace lesů v České republice, Metodika venkovního sběru dat, Verze: 6.0 - platnost od 1.7.2003 [online]. Brandýs nad Labem: Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, [cit. 14.12.2020]. Dostupné z: http://nil.uhul.cz/downloads/pp_nil1/pp_nil1.pdf

Příloha

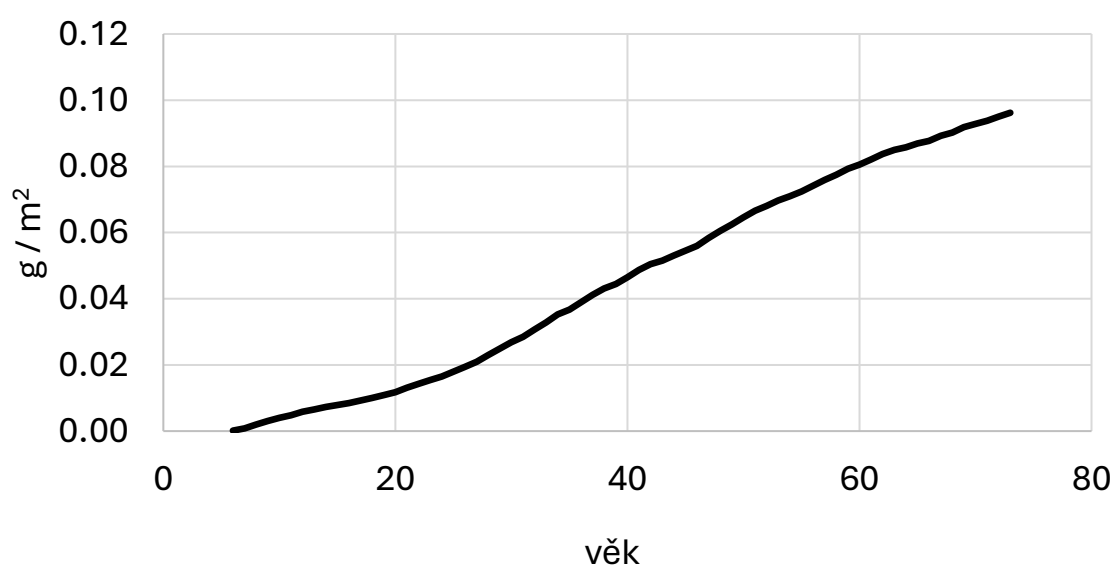
Kotouče kmenových vzorníků odebraných z výšky 1,3 m.

Porost 842 B 7p/1p – vzorník A1



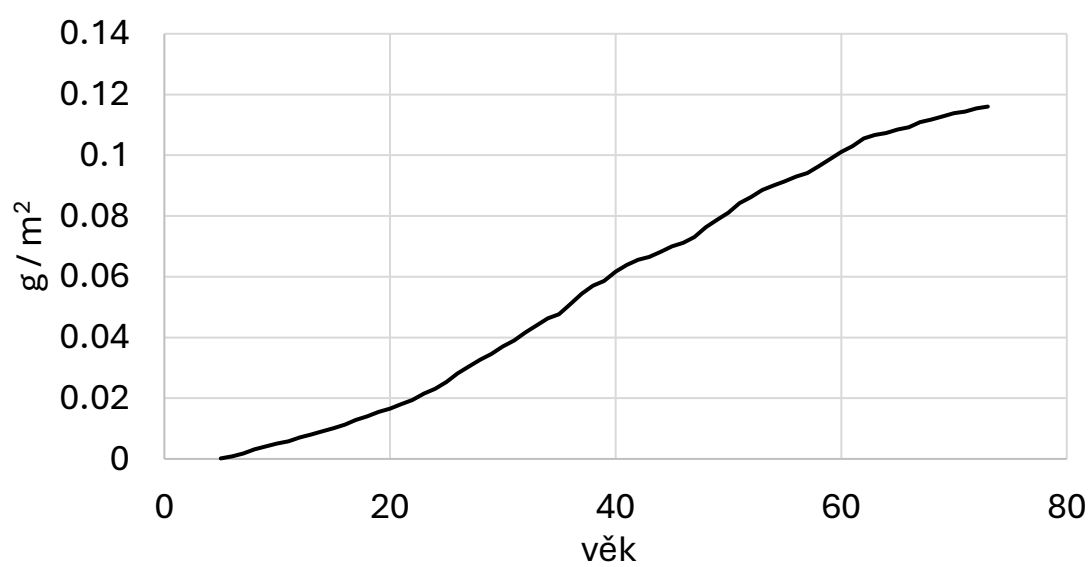
Obr. 1: Růst na kruhové výčetní základně vzorníku A1

Porost 842 B 7p/1p – vzorník A2



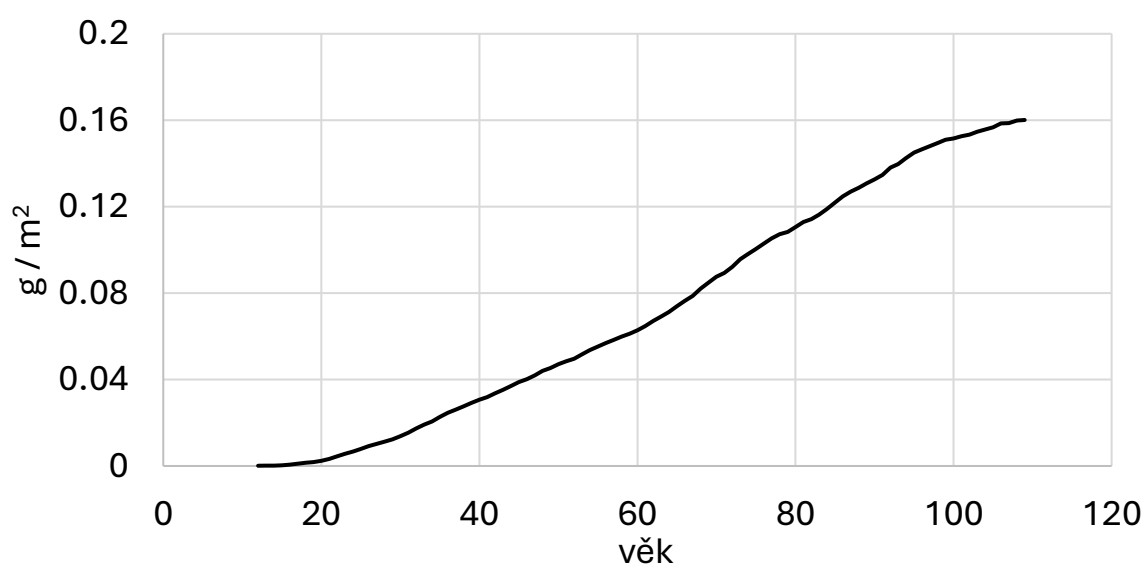
Obr. 2: Růst na kruhové výčetní základně vzorníku A2

Porost 842 B 7p/1p – vzorník A3



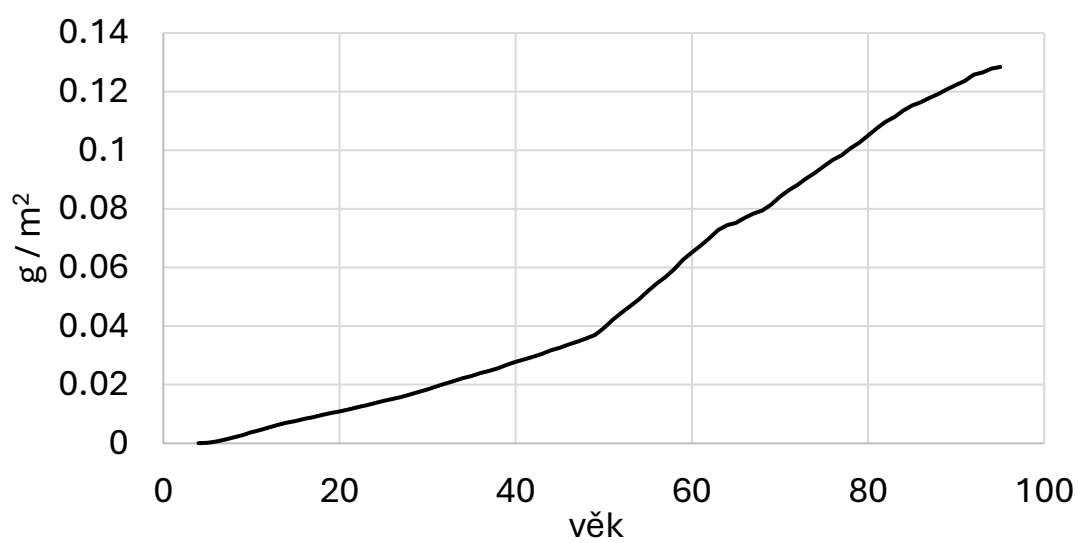
Obr. 3: Růst na kruhové výčetní základně vzorníku A3

Porost 840 G 11/2e – vzorník B1



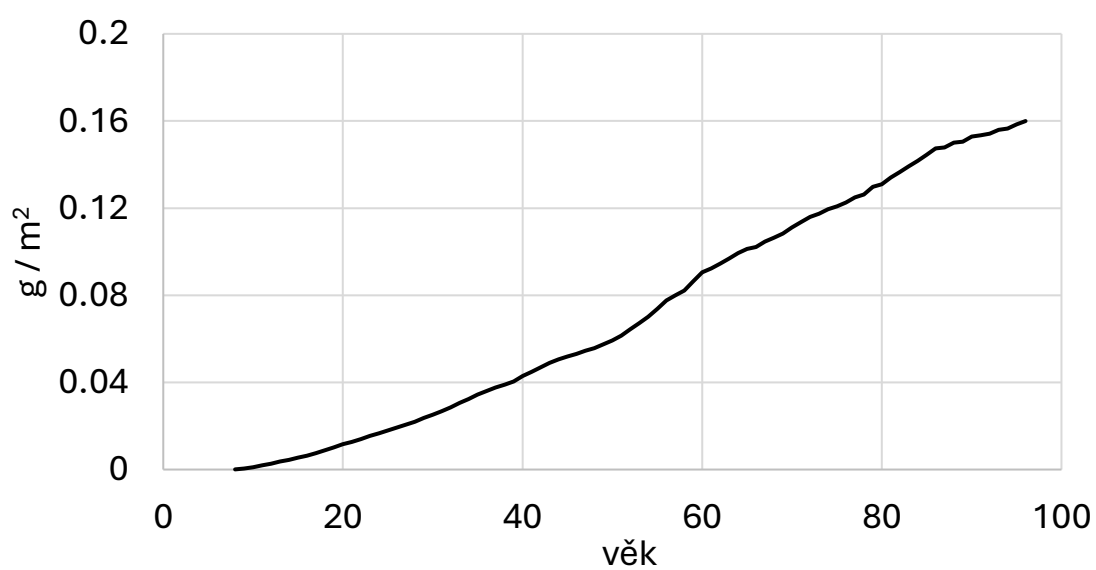
Obr. 4: Růst na kruhové výčetní základně vzorníku B1

Porost 840 G 11/2e – vzorník B2



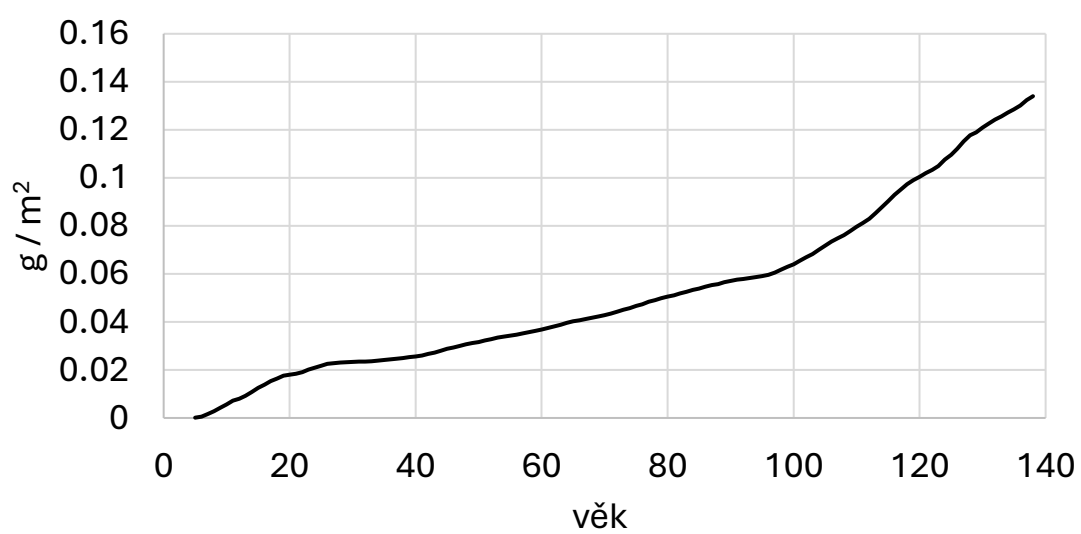
Obr. 5: Růst na kruhové výčetní základně vzorníku B2

Porost 840 G 11/2e – vzorník B3



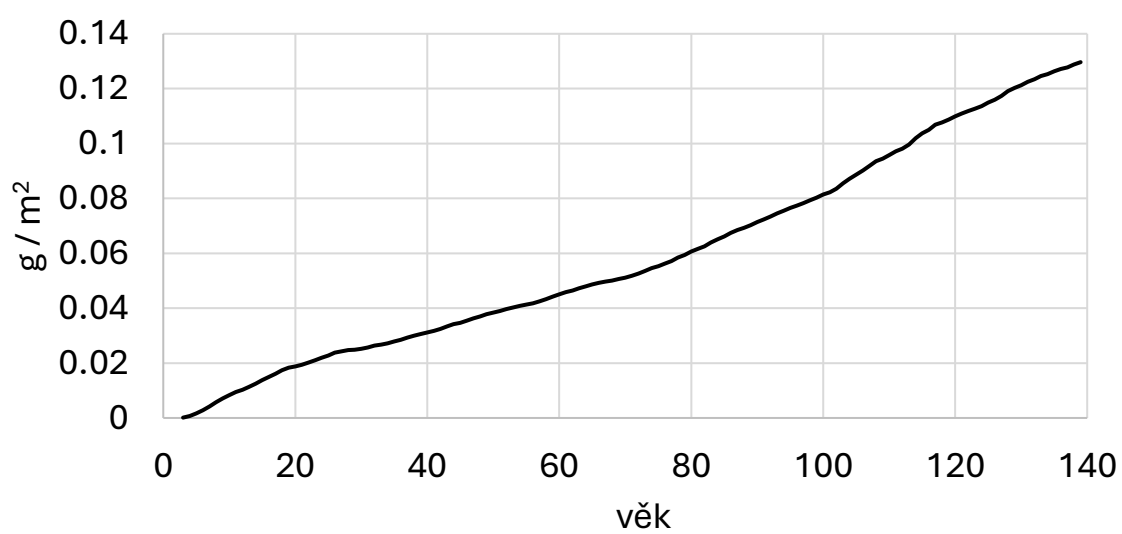
Obr. 6: Růst na kruhové výčetní základně vzorníku B3

Porost 832 C 15 – vzorník E1



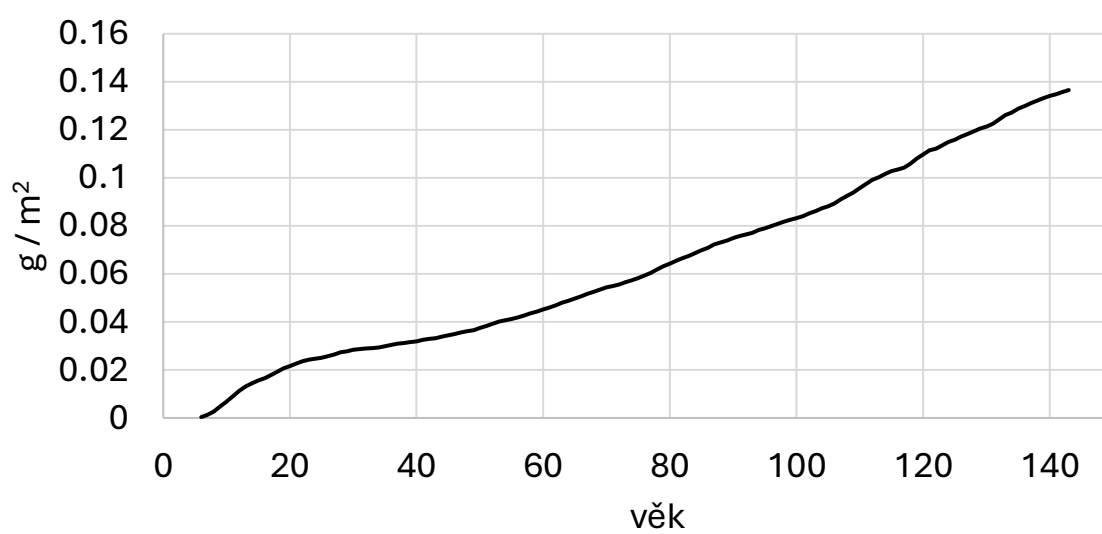
Obr. 7: Růst na kruhové výčetní základně vzorníku E1

Porost 832 C 15 – vzorník E2



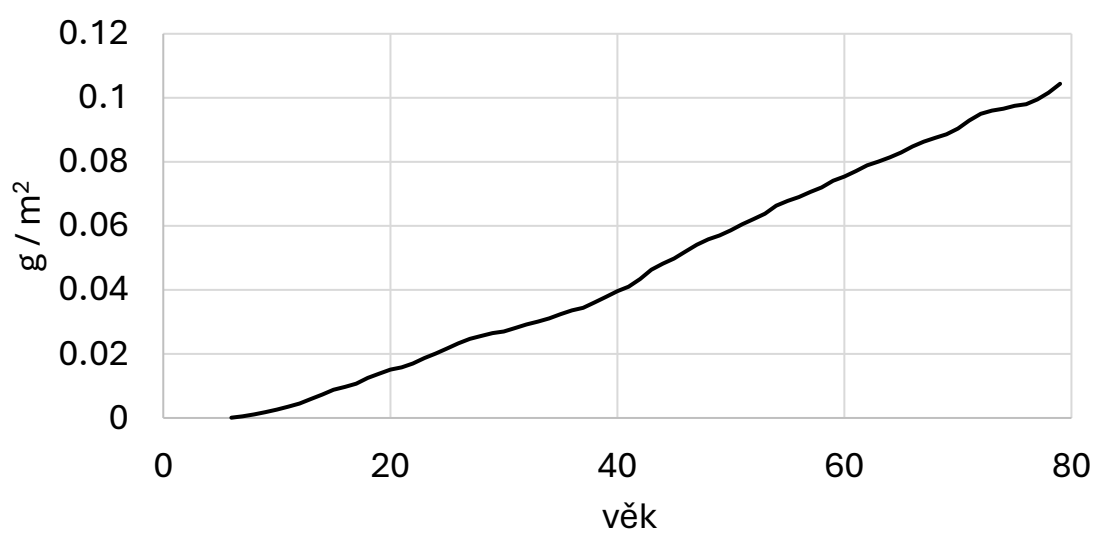
Obr. 8: Růst na kruhové výčetní základně vzorníku E2

Porost 832 C 15 – vzorník E3



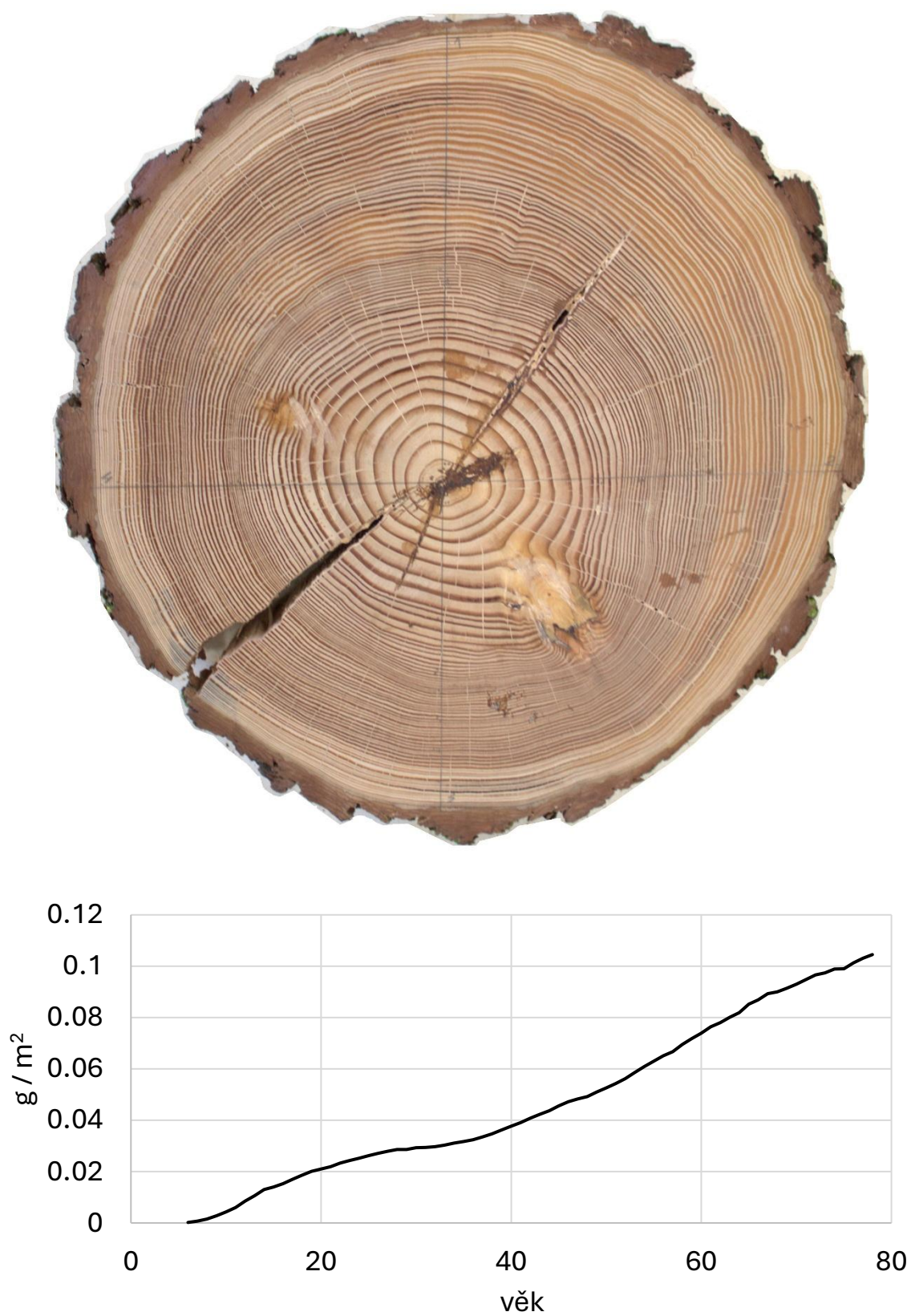
Obr. 9: Růst na kruhové výčetní základně vzorníku E3

Porost 217 C 9/1 – vzorník F1



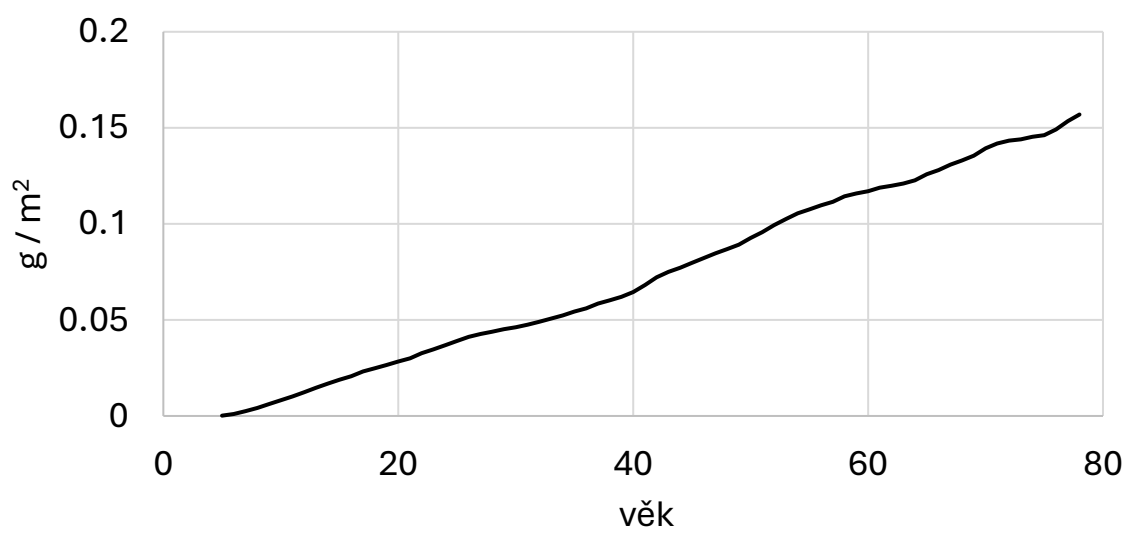
Obr. 10: Růst na kruhové výčetní základně vzorníku F1

Porost 217 C 9/1 – vzorník F2



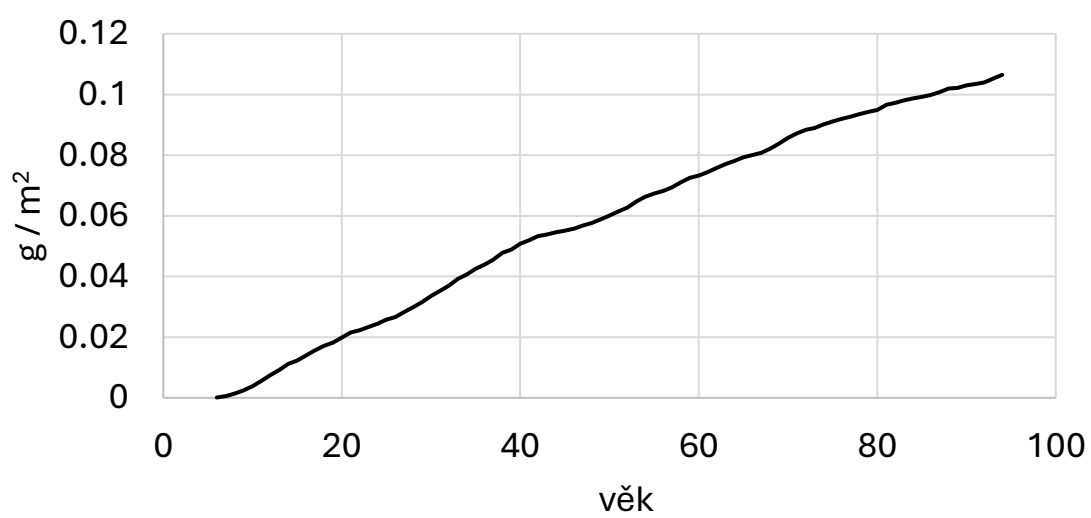
Obr. 11: Růst na kruhové výčetní základně vzorníku F2

Porost 217 C 9/1 – vzorník F3



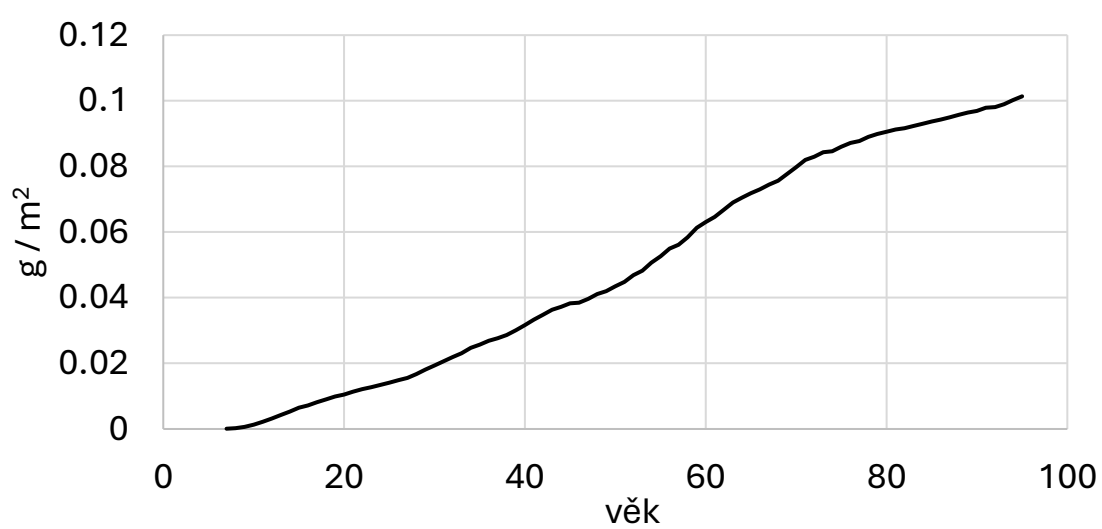
Obr. 12: Růst na kruhové výčetní základně vzorníku F3

Porost 232 C 12a – vzorník G1



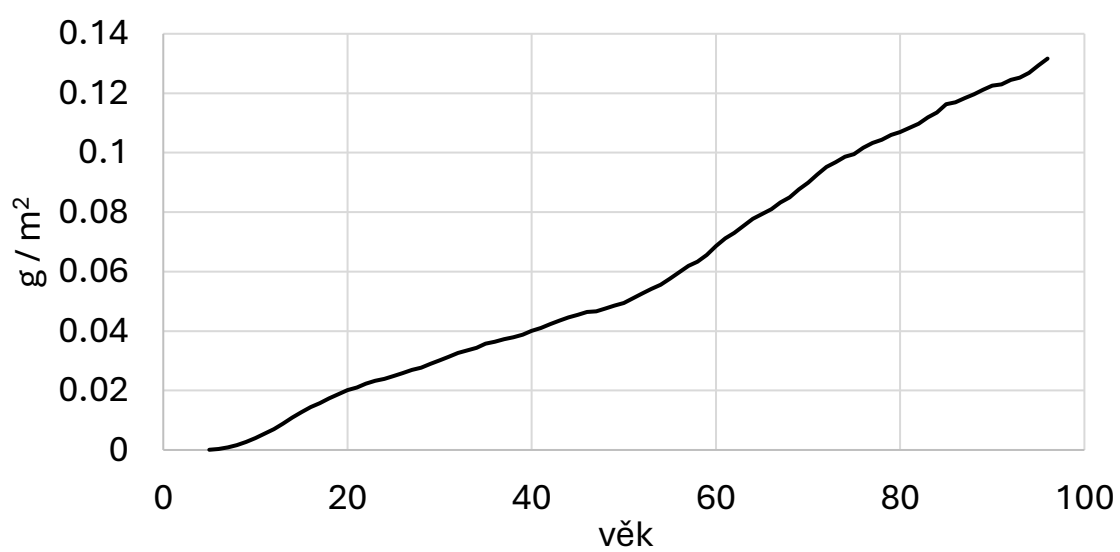
Obr. 13: Růst na kruhové výčetní základně vzorníku G1

Porost 232 C 12a – vzorník G2



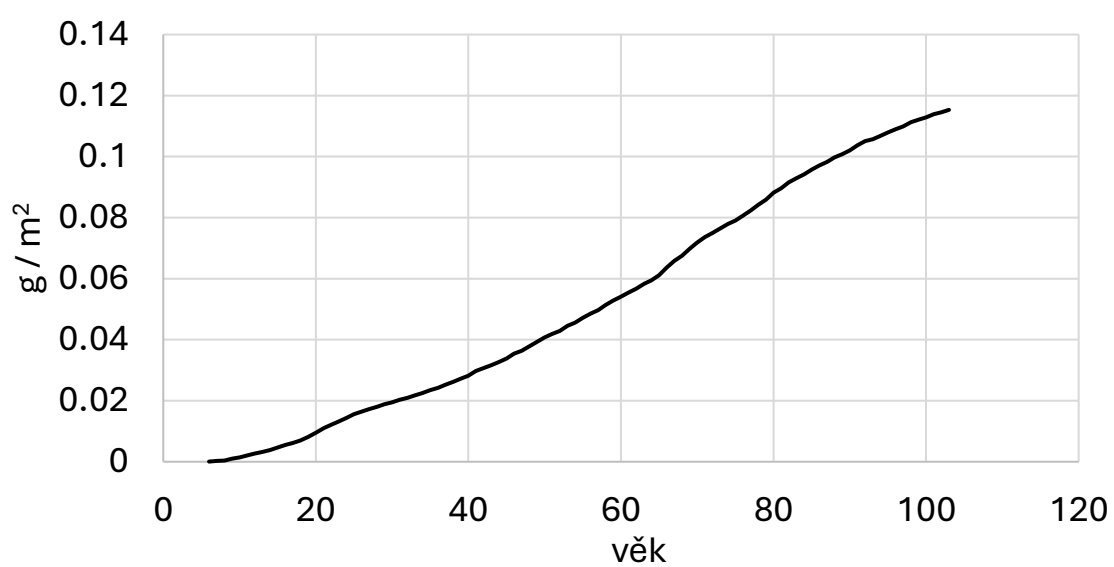
Obr. 14: Růst na kruhové výčetní základně vzorníku G2

Porost 232 C 12a – vzorník G3



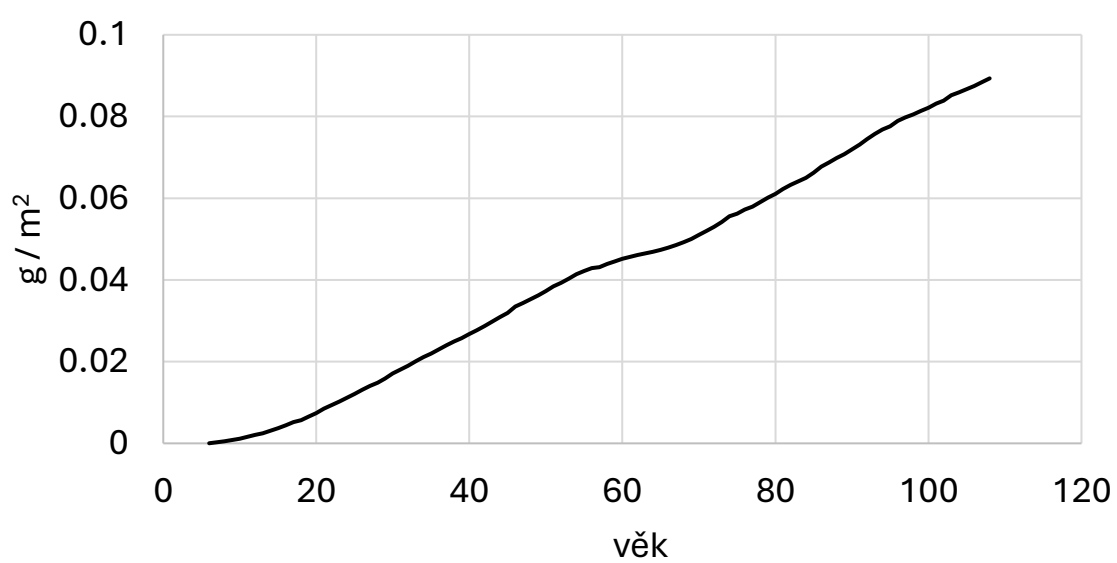
Obr. 15: Růst na kruhové výčetní základně vzorníku G3

Porost 512 A 10 – vzorník H1



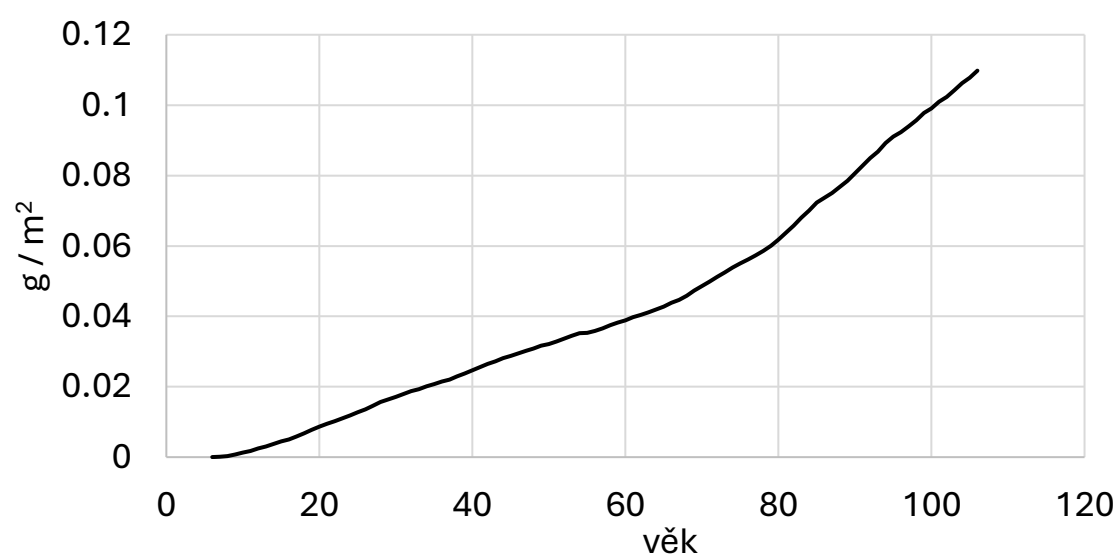
Obr. 16: Růst na kruhové výčetní základně vzorníku H1

Porost 512 A 10 – vzorník H2



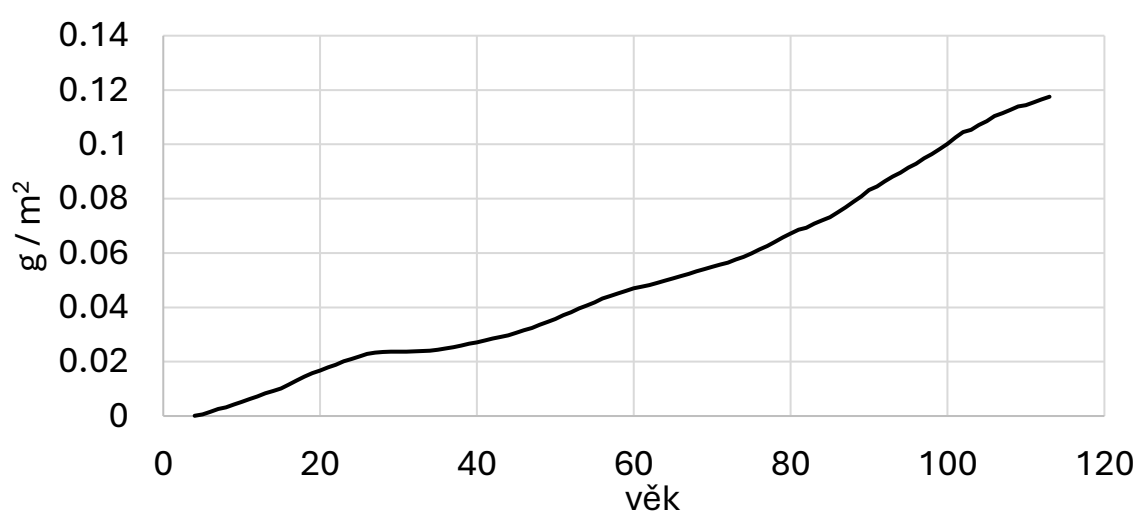
Obr. 17: Růst na kruhové výčetní základně vzorníku H2

Porost 512 A 10 – vzorník H3



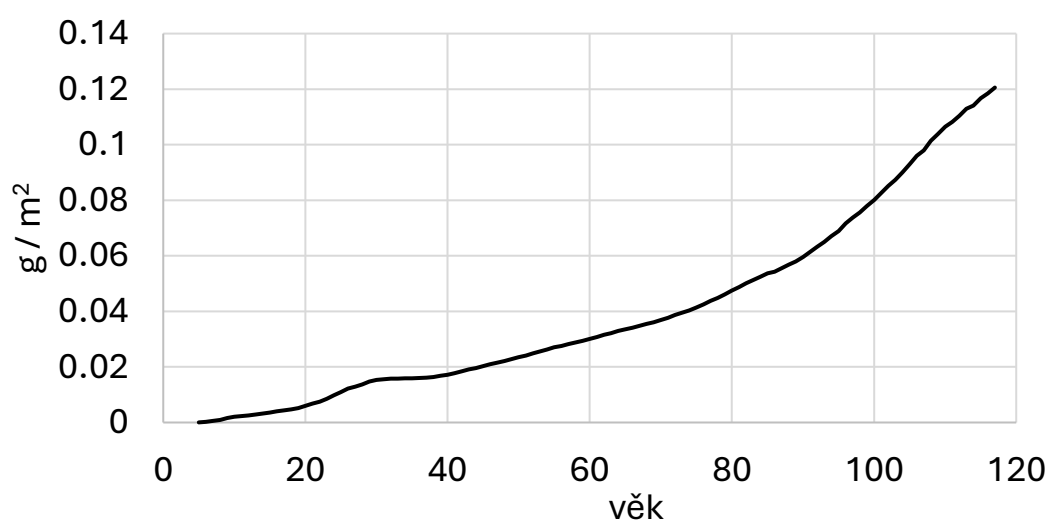
Obr. 18: Růst na kruhové výčetní základně vzorníku H3

Porost 507 B 13a – vzorník I1



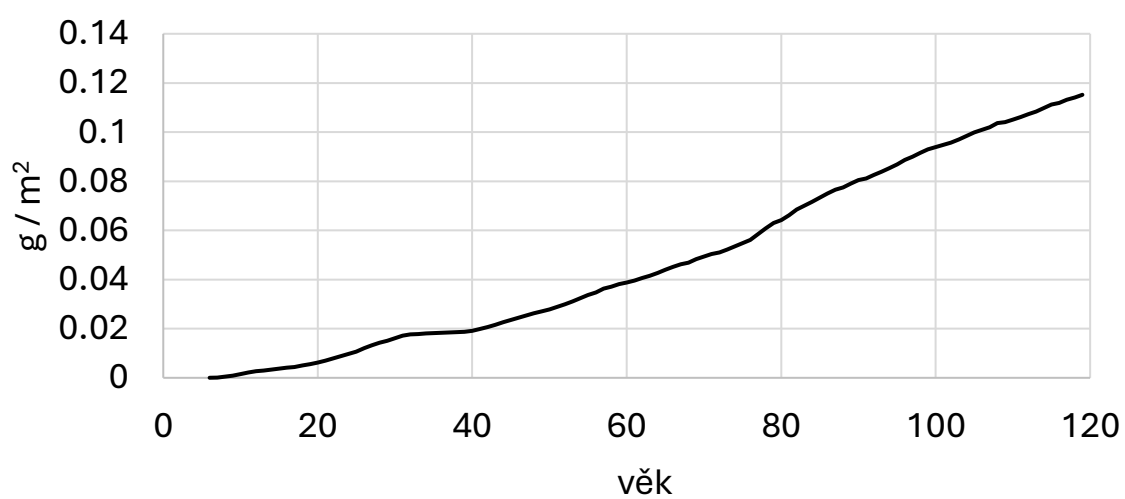
Obr. 19: Růst na kruhové výčetní základně vzorníku I1

Porost 507 B 13a – vzorník I2



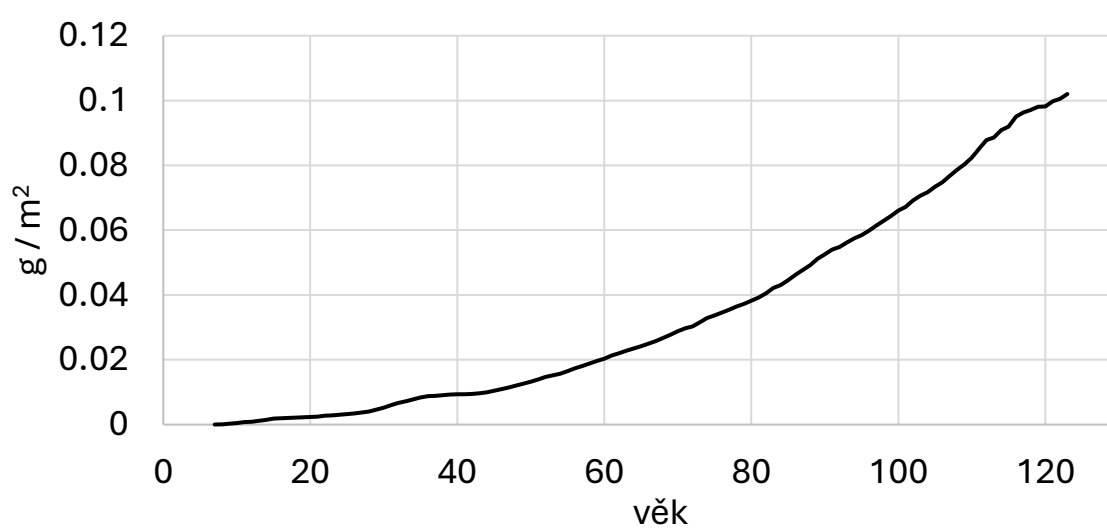
Obr. 20: Růst na kruhové výčetní základně vzorníku I2

Porost 507 B 13a – vzorník I3



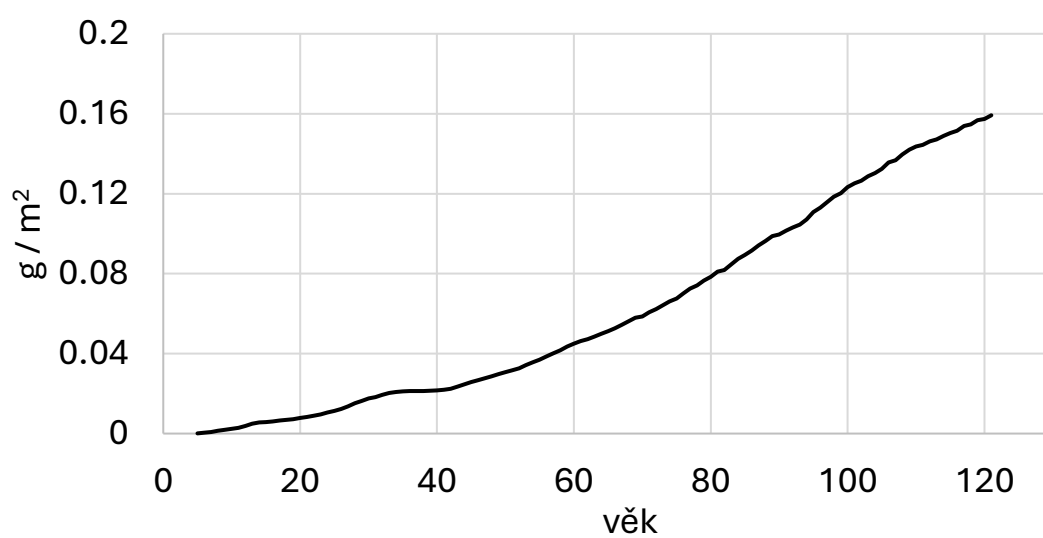
Obr. 21: Růst na kruhové výčetní základně vzorníku I3

Porost 507 B 13a – vzorník J1



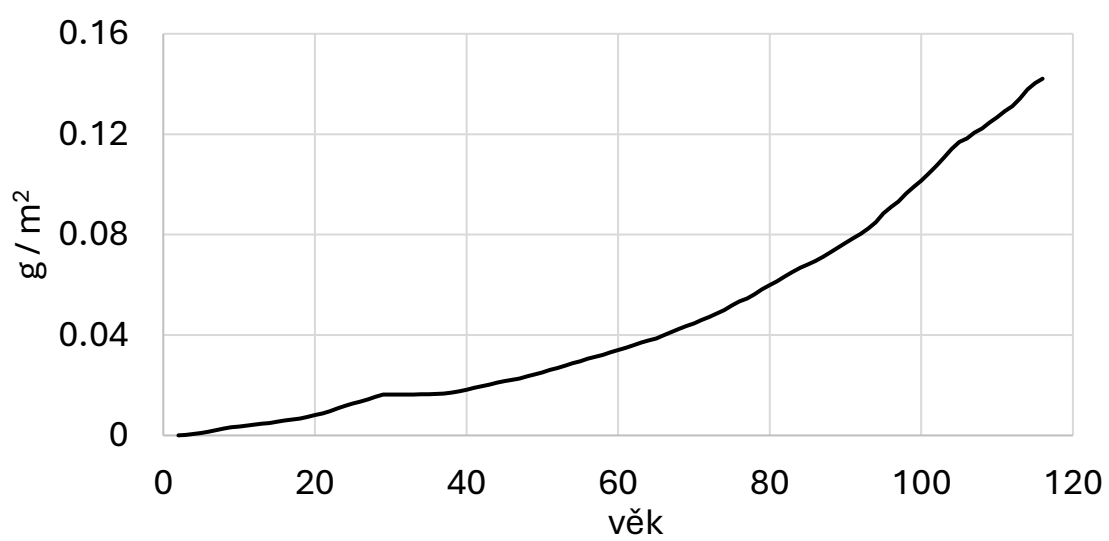
Obr. 22: Růst na kruhové výčetní základně vzorníku J1

Porost 507 B 13a – vzorník J2



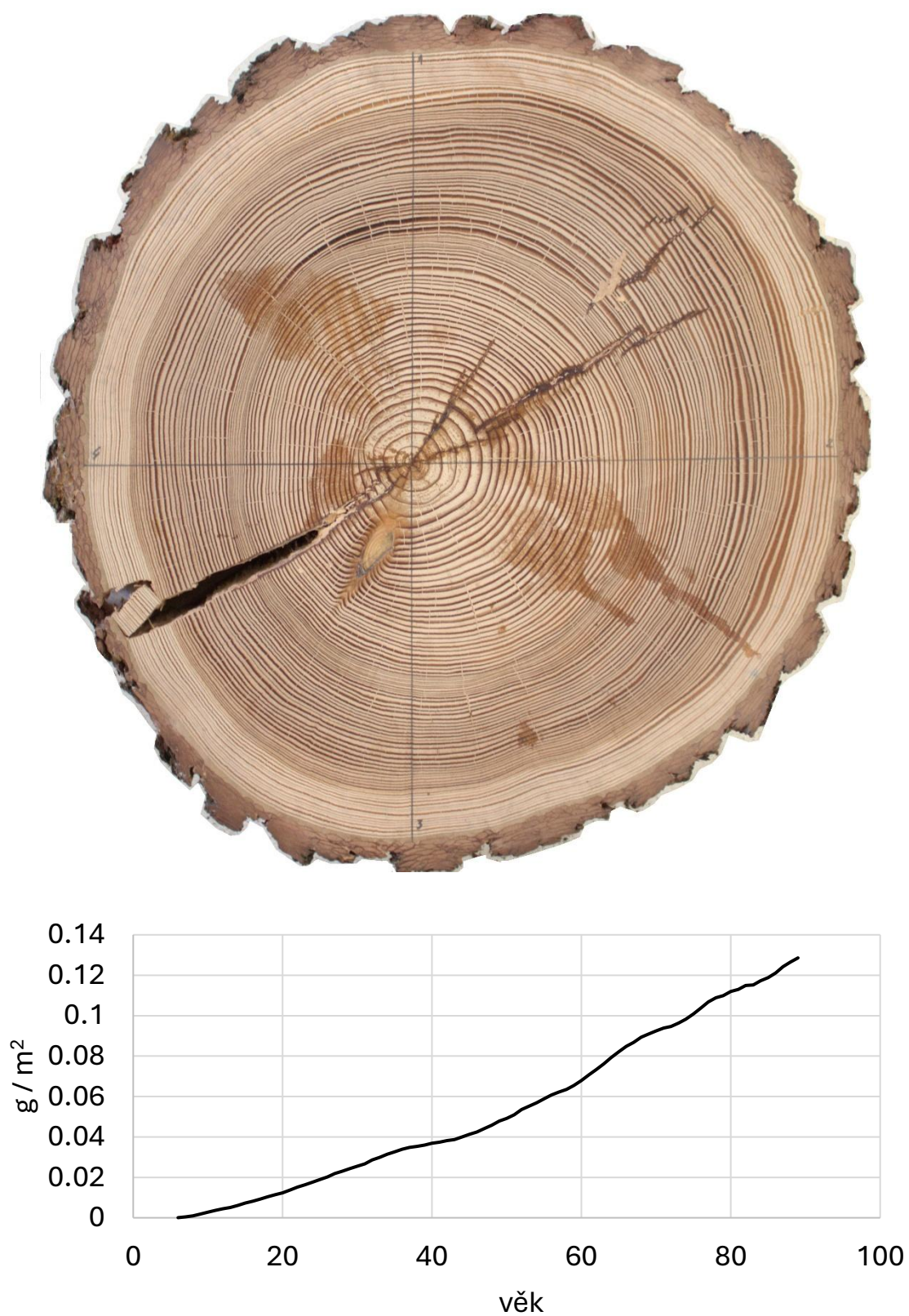
Obr. 23: Růst na kruhové výčetní základně vzorníku J2

Porost 507 B 13a – vzorník J3



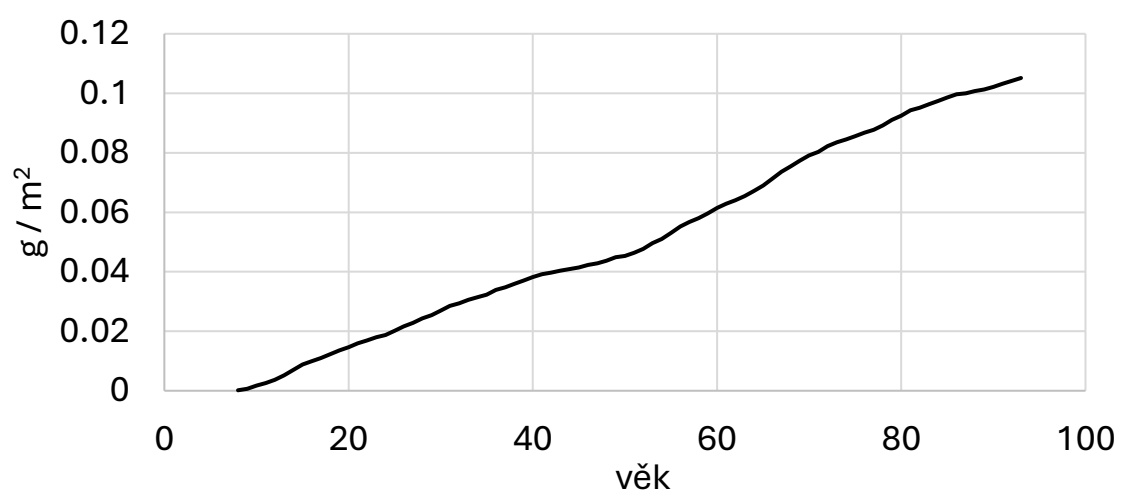
Obr. 24: Růst na kruhové výčetní základně vzorníku J3

Porost 219 C 10 – vzorník K1



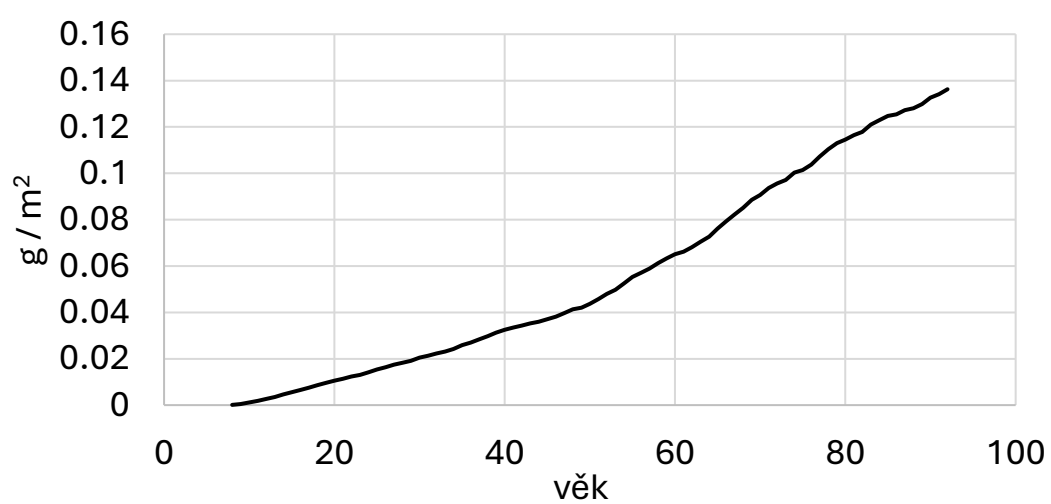
Obr. 25: Růst na kruhové výčetní základně vzorníku K1

Porost 219 C 10 – vzorník K2



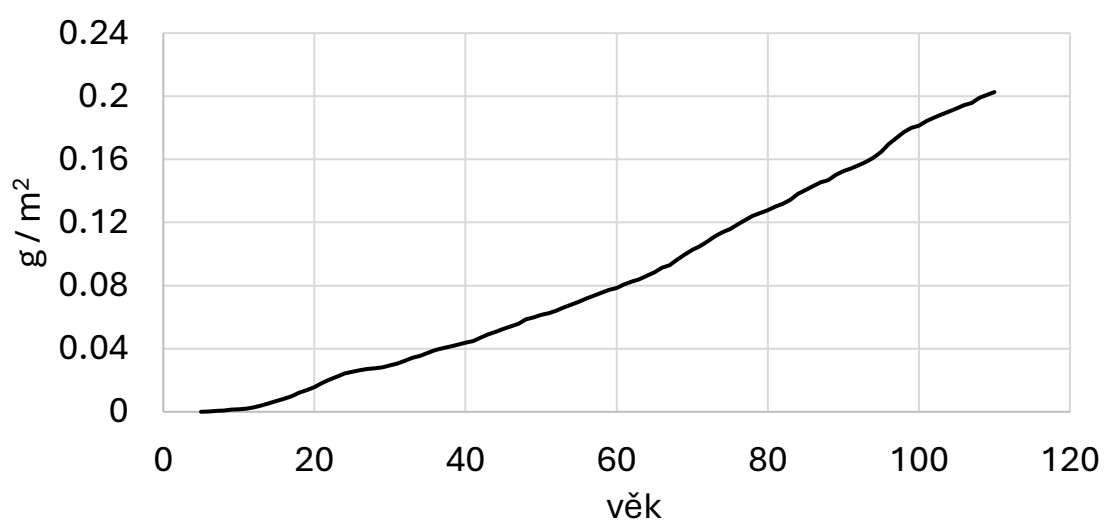
Obr. 26: Růst na kruhové výčetní základně vzorníku K2

Porost 219 C 10 – vzorník K3



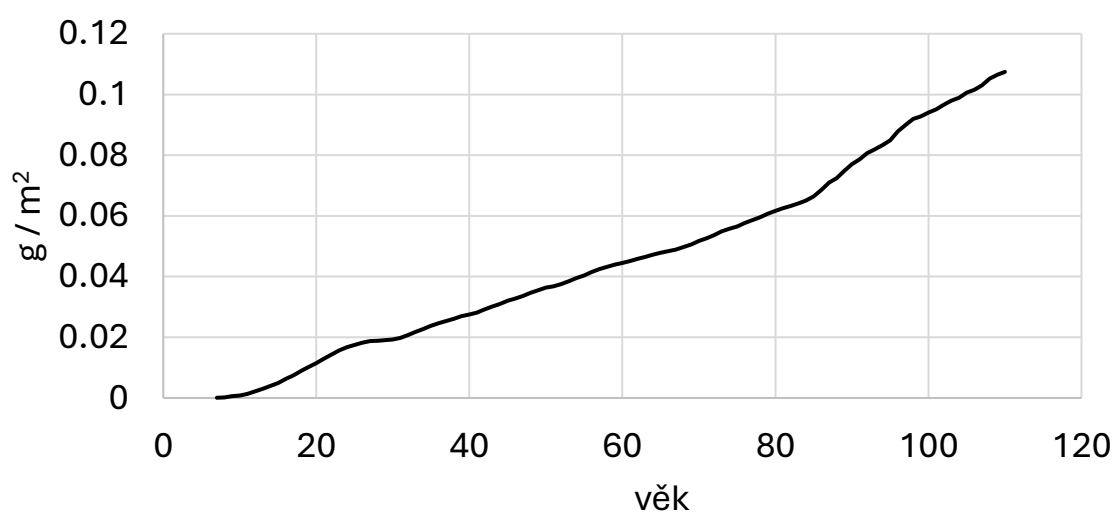
Obr. 27: Růst na kruhové výčetní základně vzorníku K3

Porost 228 A 12 – vzorník L1



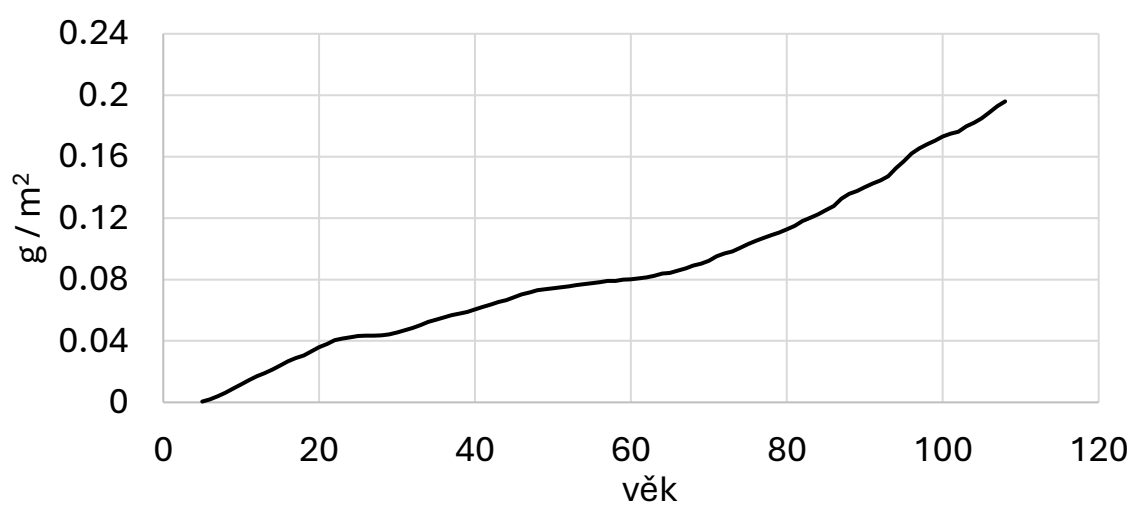
Obr. 28: Růst na kruhové výčetní základně vzorníku L1

Porost 228 A 12 – vzorník L2



Obr. 29: Růst na kruhové výčetní základně vzorníku L2

Porost 228 A 12 – vzorník L3



Obr. 30: Růst na kruhové výčetní základně vzorníku L3