

KÖZÖNSÉGES BÜKK (*FAGUS SYLVATICA* L.) NÖVEKEDÉSÉNEK VIZSGÁLATA ÉVGYŰRŰK ALAPJÁN A PÁPAVÁR DÉLI LEJTŐJÉN (BAKONY) – ELŐTANULMÁNY

SALÁTA Dénes¹, TAKÁCS Mátyás¹, HÜLL László², PETŐ Ákos¹

¹ Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Vadgazdálkodási és Természetvédelmi Intézet,
Természetvédelmi és Tájgazdálkodási Tanszék, 2100 Gödöllő, Páter K. u. 1.,
e-mail: Salata.Denes@uni-mate.hu, Peto.Akos@uni-mate.hu

² Bakonyerdő Erdészeti és Faipari Zrt. Bakonybéli Erdészete, 8427 Bakonybél, Szent Gellért tér 7.

Kulcsszavak: évgyűrű, dendroökológia, közönséges bükk, Bakony

Összefoglalás: Munkánk során egy Bakonybél közelében lévő homogén bükköst vizsgáltunk. A hegyoldal alsó, középső és felső szakaszán talajszelvények nyitásával, illetve a minták laboratóriumi adatai alapján jellemeztük a talajadottságokat, míg a három szakaszon 5–5 bükk (*Fagus sylvatica*) faegyed évgyűrű-mintavételezésével (Pressler-féle növedékfúró), az évgyűrűk digitális mérésével (QGIS térinformatikai szoftver) és az adatok feldolgozásával (MS Excel, TRiCYCLE, Tellervo és PAST szoftverek) jellemeztük az állomány növekedését. A talajtani vizsgálatok alapján a lejtő alsó és középső szakaszán a kistájra jellemző agyagbemosódásos barna erdőtalaj szelvényeket találtunk. A vizsgált hegyoldal magasabb térszínén erodált állapotú, szintezettséget nem mutató, de morfológiai jegyeiben az agyagbemosódásos erdőtalajokhoz hasonló talajszelvényt tártunk fel. Az évgyűrűminták adatai alapján megállapítottuk, hogy jelentős korkülönbség van a hegyoldal felső szakasza és a hegyoldal többi része között, amelynek oka vélhetően az egykori erdőhasználati gyakorlat. Szintén nagy különbséget találtunk szakaszonként a fák átlagos magassága és törzskerülete tekintetében. A magasságot illetően a felső szakasz jelentősen elmarad a hegyoldal középső és alsó szakaszától, ellenben a törzskerület alakulását tekintve a felső szakasz múlja felül a másik két szakasz fáit. Az eredmények alapján elmondható, hogy a felső szakasz fái a helyzetüknek és a talajadottságoknak köszönhetően értek el kisebb magasságot, míg nagyobb kerületük idősebb koruknak köszönhető. Az évgyűrűmintázatok összehasonlítása során sikerült azonosítani számos évet, amely során több egyedet, vagy akár a teljes állományt jelentős hatások érték, ezért a későbbiekben a vizsgálat kiterjesztéséhez a klímaadatokat, a kirívó időjárási eseményeket és az erdészeti beavatkozásokat is figyelembe fogjuk venni.

Bevezetés

Az erdők állandó változással szembenező, átalakuló (Majer 1980), összetett ökológiai rendszerek. A változások egyrészt a környezetből, illetve annak átalakulásából (éghajlat, domborzat, talajtakaró, vízmozgás, károsítók és inváziós fajok stb.), másrészt – főképp az utóbbi évszázadokban – magából az emberi tevékenységből (Majer 1980) gyökereznek. Hazánkban az erdő és az ember történelme szorosan összefonódik, és nincs ez másként a Bakony erdei esetében sem (Wallner 1941, Oroszi 2006), ahol a közönséges bükk (*Fagus sylvatica*, L.) mindig is kiemelt szereppel bírt [fontos volt az erdei iparok, de a legeltetés és makkoltatás miatt (Majer 1976) is, faanyagát használták bükkműszerfának, járomnak vagy szántalpnak (Keiner 1912)], főképp a Magas-Bakonyt, és kifejezetten Bakonybél tekintve, amely a bakonyi házi faipar kiindulópontja lehetett (Wallner 1943).

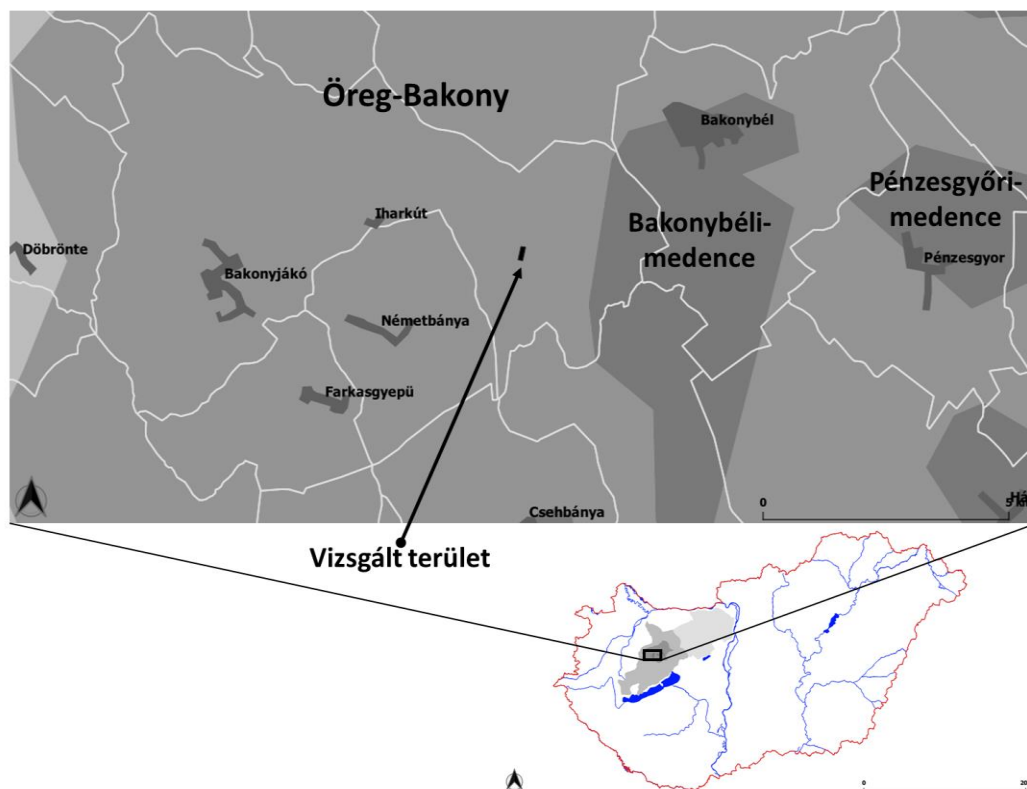
A bükk hegyvidéki, klímaigényes faj, amely nem viseli el a szélsőségeket sem az éghajlat, sem a talajadottságok tekintetében (Csapody et al. 1966). Faanatómiai szempontból szórtlikacsú faj, edényei szabadszemmel nem láthatóak, de az évgyűrűhatárok élesek, keskeny és széles bélsugarai is vannak, utóbbiak szabad szemmel is jól láthatóak a keresztmetszeten (Molnár et al. 2007) – itt kell kiemelni, hogy az évgyűrűk kiemelt jelentőségű információhordozók (Grynaeus et al. 1994). Hazai elterjedését tekintve igen jelentős visszaszorulást prognosztizálnak, a jelenlegi potenciális termőhelyei pedig erősen veszélyeztetettek (Bartha et al. 2018), ezért állományainak vizsgálata kiemelten fontos.

Tekintve, hogy a Bakony erdeiben az emberi hatás mellett a domborzatnak és a vízmozgásnak kiemelt jelentősége van az állományok szempontjából, kutatásunkban elsősorban ezen tényezők hatását vizsgáljuk egy – kitettség szempontjából homogén – hegyoldalon elhelyezkedő, azonban különböző meredekségű részen található bükk (*Fagus sylvatica*) faegyedek évgyűrűinek vizsgálatán keresztül.

Anyag és módszer

A vizsgálati terület rövid bemutatása

A vizsgálati terület a Dunántúli-középhegység Bakony-vidék középtájához tartozó Öreg-Bakony kistájban található (Dövényi 2010), Magyarország erdőgazdasági tájbeosztása szerint a Magas-Bakony erdőgazdasági táj része. A terület a Bakonybéli Erdészeti kezelés alá tartozó Bakonyjákó–Iharkút községbe tartozó 44-es erdőtag „A” erdőrészlete. A terület meredeksége jelentős (30–35%), mivel az erdőtag az 531 méter magas Pápvár hegy csúcsától kezdve a hegygerincen és annak két oldalán terül el (1. ábra). A 11,7 hektáros erdőrészlet elsődleges rendeltetése gazdasági, ellentétben az erdőtaghoz tartozó két másik erdőrészlettel, amelyek természetvédelmi funkciót látnak el. Az elegyarány 82%-át a bükk (*Fagus sylvatica*) adja, a maradék pedig jellemzően gyertyán (*Carpinus betulus* L.) és kislevelű hárs (*Tilia cordata* Mill.). Az erdőrészlet a Natura 2000-es hálózat része, egyéb védeltséget nem élvez. A tőle délkeletre, lejtőirányban fekvő több hektáros összefüggő erdő, amelytől csak egy erdészeti út választja el, természetvédelmi oltalom alatt áll.



1. ábra. A vizsgált terület táji elhelyezkedése

(Készült QGIS 3.4.2. szoftverrel, Marosi és Somogyi (1990) és az OTAB adatbázis felhasználásával)

Figure 1. Location of the study site

(Compiled with QGIS 3.4.2. software based on Marosi and Somogyi (1990) and OTAB database)

A favizsgálat módszerei

A vizsgált lejtőt, a térképi források és az előzetes terepbejárás során, a meredekség és a mikrodomborzat figyelembevételével és az állomány képe alapján (Kovács 2016) alsó, középső és felső szakaszra osztottuk (2. ábra). Mindhárom szakaszon 5–5 bükk egyed került kijelölésre, amelyekből 600 mm-es Pressler-féle növedékfúróval (Grissino-Mayer 2003) évgyűrűmintát vettünk, valamint alapvető dendrológiai méréseket végeztünk [mellmagassági törzskerület felvétele mérőszalaggal és π -szalaggal mért törzsátmérő feljegyzése, magasság mérése Nikon Forestry 550 lézeres távolságmérő készülékkel, egészségi állapot feljegyzése Radó (1999) alapján]. Az évgyűrű-mintavételhez kapcsolódóan itt kell kiemelni, hogy a fák korának meghatározására több módszer is alkalmas, amelyek közül a legnagyobb pontosságot, illetve a legkevesebb hibát a földhöz közeli vágáslapon történő számlálással lehet elérni (Gál és Veperdi 2005). A minták fasínekbe, terepen ideiglenesen, majd később végleges beragasztásra kerültek. A mintavételi sebeket nem kezeltük (lásd Pressler 1866, Campbell 1939, Maeglin 1979, Schweingruber 1996, 2001), de a fákat megjelöltük a gyógyulás utánkövetésének céljából. A minták előkészítése során szalagcsiszolóval, majd kézzel 80, 100, 200, 320, 600 és 1000 szemcseméretű csiszolóvászonnal, illetve csiszolópapírral kerültek felcsiszolásra, majd kalibrációs tárgylemezzel, 600 dpi felbontásban szkennelésre. A fák egészségi állapotának megállapítását Radó (1999) és Szaller (2012) nyomán végeztük el, annyi módosítással, hogy csak a törzs és a korona állapotát vettük figyelembe.

Az évgyűrű adatok feldolgozása TRiCYCLE konverter programmal (Brewer et al. 2011) történt, amely lehetővé tette az 1/1000 mm-ben megadott évgyűrű szélességek speciális .fh formátumra történő átalakítását. Az adatsorok feldolgozása és a diagramok kirajzolása Tellervo évgyűrű-adatfeldolgozó (Brewer 2017) és PAST statisztikai szoftverekkel (Hammer 1995–2005, Hammer et al. 2001) valósítottuk meg.

A talajtani vizsgálat módszerei

A termőhelyi viszonyok feltárása érdekében mindhárom kijelölt helyen talajszelvényt nyitottunk. Ennek célja az volt, hogy a vizsgálati pontok termőhelyi adottságairól háttér-információt gyűjtsünk.

A szelvényeket az MSZ 1398:1998 számú szabványban leírtaknak, továbbá a Talajinformációs és Monitoring Rendszer (TIM 2005) által javasolt terepi metodikának eleget téve tártuk fel és mintáztuk meg.

A vizsgált szelvények környezetét az alábbi paraméterek alapján jellemeztük:

- lejtő%, lejtő alakja és lejtőkategória,
- kitettség,
- vegetáció,
- erózióknak és deflációknak való kitettség.

A talajszelvények morfológiai leírásakor az elkülönített genetikai szinteket az alábbi általános jellemzőkkel írtuk le:

- szín (Munsell Soil Colour Charts 1990),
- fizikai talajféleség,
- szerkezet,
- tömődöttség,
- nedvességállapot,
- szén-savas mésztartalom (megcseppentés 10%-os HCl oldattal)
- kiválások és konkréciók rögzítése,
- (durva) vázrészecskék arányának rögzítése,
- talajhibák,
- gyökérzet,
- szintek és/vagy rétegek közötti átmenet jellemzése.

A talajszelvények morfológiai leírását követően az alábbi általános adatokat rögzítettük a szelvények jellemzésének érdekében:

- művelési ág,
- talajszelvény mélysége,
- talajképző kőzet megnevezése/meghatározása,
- humuszos réteg vastagsága,
- talajvízszint mélysége.

Összesen három talajszelvényből kilenc darab mintát gyűjtöttünk az alábbiak szerint:

1. táblázat. Vizsgálatba vont talajminták listája

Table 1. Inventory of analysed soil samples

Szelvény kódja	Elhelyezkedése	Genetikai szint	Relatív mélység	Minta kódja
BBSZ1	LAH*	A	0–20 cm	BBSZ-1/A/0–20
		E	20–30 cm	BBSZ-1/E/20–30
		B1	30–55 cm	BBSZ-1/B1/30–55
		B2	55–80 cm	BBSZ-1/B2/55–80
BBSZ2	LKH*	A	0–23 cm	BBSZ-2/A/0–23
		E	23–28 cm	BBSZ-2/E/23–28
		B	28–70 cm	BBSZ-2/B/28–70
BBSZ3	LFH*	A	0–15 cm	BBSZ-3/A/0–15
		B	15–60 cm	BBSZ-3/B/15–60

* LAH = lejtő alsó harmad; LKH = lejtő középső harmad; LFH = lejtő felső harmad

A három vizsgálati szelvényből gyűjtött mintákat az alábbi talajfizikai és talajkémiai paraméterekre vizsgáltattuk meg:

- pH (H₂O) (MSZ-08-0206-2: 1978)
- Kööttség (Arany-féle kötöttségi érték - K_A) (MSZ-08-0205: 1978)
- Összes só m/m% (MSZ-08-0206-2: 1978)
- CaCO₃ m/m% (MSZ-08-0206-2: 1978)
- Humusz m/m% (MSZ-08-0452:1980)

Eredmények

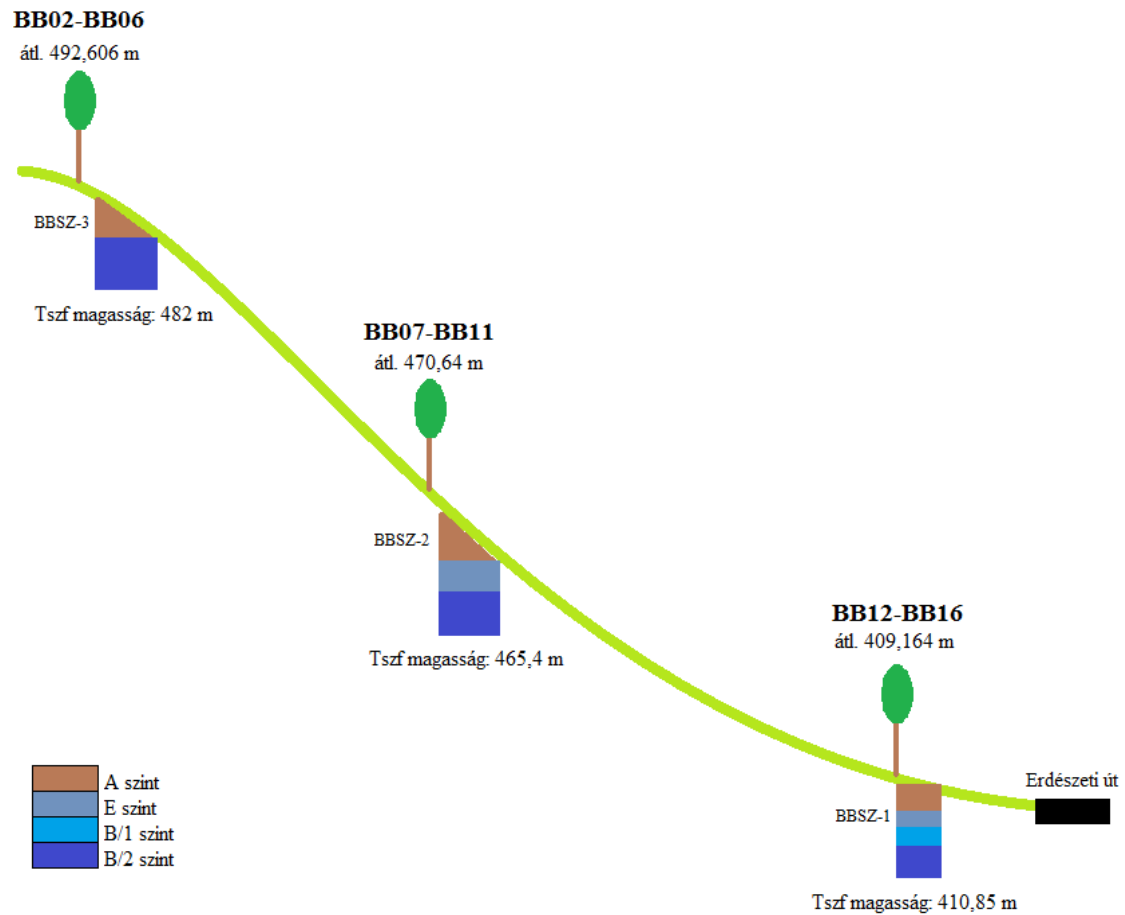
A munka során vizsgált lejtő sematikus ábráján (2. ábra) érzékelhető, hogy a terület viszonylag meredek, amely mindenképpen hatással van a talajviszonyok alakulására.

A talajtani vizsgálatok eredményei

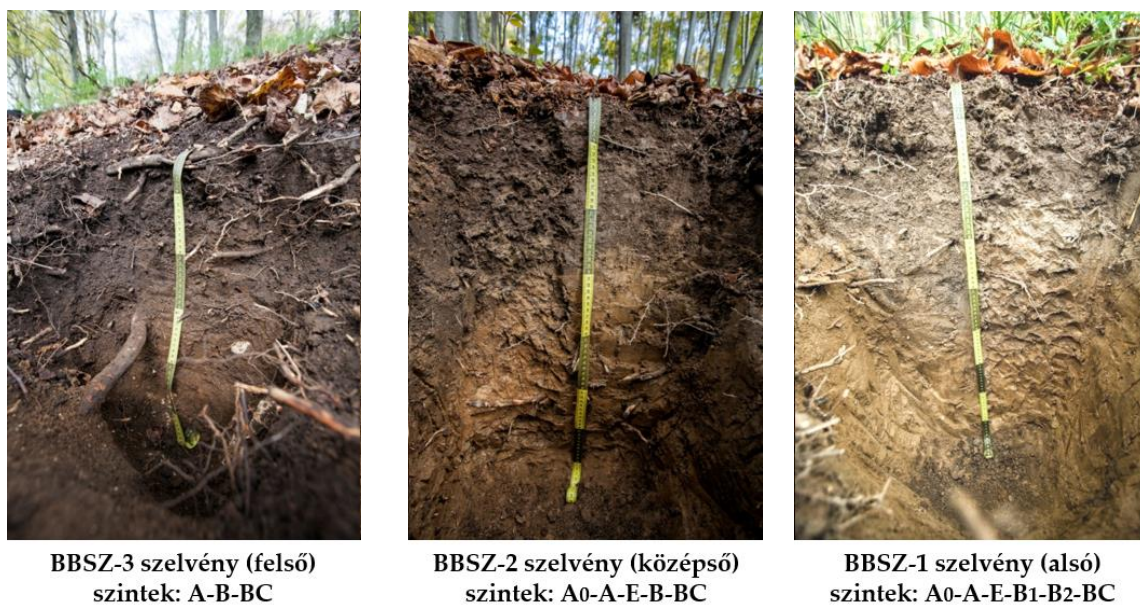
A termőhelyi vizsgálat során három talajszelvény került feltárássra. A BBSZ-1-es munkakóddal jelölt szelvényt a vizsgált lejtő alsó harmadában (LAH), a BBSZ-2-es szelvényt a lejtő középső harmadában (LKSZ), míg a BBSZ-3-ast a lejtő legmagasabb, de nem plató helyzetű pontján vettük fel (LFH) (2–3. ábra).

A feltárt szelvények helyszíni talajvizsgálata során felvett morfológiai adatait a 2. táblázat, míg a talajminták laboradatait a 3. táblázat foglalja össze.

A feltárt szelvényeket az agyagbemosódásos barna erdőtalajok (továbbiakban: ABET) típusába tartozónak ítéltük meg, ugyanakkor a szelvények morfológiai jellegzetességeiben a geomorfológiai helyzetből adódóan különbségeket tapasztaltunk.



2. ábra. A vizsgált pápvári (Bakony) lejtő sematikus talajtani metszete
 Figure 2. The schematic pedological profile of the examined slope at Pápvár, Bakony Mountains



3. ábra. A vizsgált szelvények (fotó: Kardos Zsolt)
 Figure 3. The studied soil profiles (photo: Zsolt Kardos)

Az ABET-ekben a humuszszódás mellett kifejezett a kilúgzás, illetve ehhez társultan az agyagosodás és az agyagvándorlás folyamata is megjelenik (Stefanovits et al. 2010). Ezekben a szelvényekben a sekély humusz A-szint felett gyakran egy organikus A_o-szintet is el lehet különíteni. A humuszképződés mértékét és mélységét az erdei vegetáció által termelt biomassza mennyisége és minősége határozza meg. Az erdei alom bontását végző mikrobiális szervezetek (elsősorban gombák) élettevékenysége során savanyú kémhatású ágensek szabadulnak fel és jutnak a talajba. A savanyodást elősegíti a talajfelszínre jutó és a szelvényben lefelé áramló nagy mennyiségű csapadékvíz, amely az oldható anyagokat kimossa a talajszintekből; ennek hatására az ABET-ek jellemzően mészhányosak (kilúgzási vízháztartás).

A BBSZ-1 szelvény A_o-A-E-B₁-B₂-C szintekre tagolódik (2. táblázat). A még le nem bomlott avaranyagot tartalmazó A_o-szint (0–5 cm) alatt települő humusz A-szint (5–20 cm) sötétbarna színű (10YR 3/3), gyengén szerkezetes (szemcsés aggregátumok), vályog fizikai féleség kategóriába tartozó ($K_A = 43$), teljesen kilúgzott képződmény ($\text{CaCO}_3 = 0\%$), amelynek kémhatását (erősen) savanyúnak tekinthetjük ($\text{pH}[\text{H}_2\text{O}] = 4,55$). Humusztartalma 2,26%-nak mutatkozott (3. táblázat). A feltalaj tömődöttség jeleit nem mutatta, a 10%-os HCl oldattal történt lecseppentés során reakciót nem tapasztaltunk (kilúgzott–mészhányos állapot). Az A-szint hajszályökerekkel enyhén átszótt. A humusz feltalaj alatt található kilúgzási szint – enyhén nedves állapotában – szürkés sárgásbarna színt (10YR 6/2) mutatott (E-szint; 20–30 cm), kapcsolódása az A-szinthez határozottnak ítéhető. A kilúgzási szint szerkezet nélküli, a felette lévő A-szinthez képest lazábban textúrált, amely azonban a laboratóriumi adatokban alig érhető tetten ($K_A = 42$). Az E-szint mészhányos, kilúgzott, szénsavas meszet nem tartalmaz, humusztartalma az A-szinthez képest lecsökkent ($\text{H}\% = 1,56\%$). A BBSZ-1-es szelvény felhalmozódási B-szintje morfológiailag két külön egységre tagolható. A B₁-szint (30–55 cm) barna színű (10YR 4/6), diós aggregátumokat mutatott, és az agyagos vályog fizikai féleség kategóriába sorolható. A B₂-szint kötöttebb textúrát mutatott, szerkezetessége kifejtettebb volt, színe sötét sárgászöld (10YR 6/3). A teljes felhalmozódási szintet kilúgzott állapotúnak ítéltük. A B₁- és B₂-szintek közötti színben diffúz átmenetet tapasztaltunk, kötöttségben enyhe eltérést tudtunk csak megfigyelni ($K_A = 45$ és $K_A = 47$). Mindkét szint humusztartalma alacsony, de közel azonos (3. táblázat), kémhatásuk a vizes szuszpenzióban mért pH értékek alapján egységesen savanyúnak tekinthető. A szelvény alapkőzetét adó dolomit anyag (Földolomit Formáció – ^fT₃) (Gyalog 2005) törmelékével átkeveredett felhalmozódási anyagot tártunk fel 80–90 cm-es relatív mélységben (BC-szint). Ebben a genetikai szintben az ágyazati kőzet (dolomit) törmelék anyaga átkeveredve jelent meg a szelvény felhalmozódási szintjének alapanyagával. A két frakció aránya a mélységgel fokozatosan változott és toldott el a durva kőzettörmelék-anyag javára.

A BBSZ-1-es szelvény morfológiai és laboradatai összhangban vannak a kistájr jellemző talajtani viszonyokkal, azaz, hogy a kistáj üledékein fejlődött ABET-ek jellemzően vályog–agyagos vályog textúrájúak, és a karbonátos alapkőzet málladéka ellenére kilúgzott mészállapotúak.

A vizsgálati területen felvett talajkaténa legalacsonyabb térszínén elhelyezkedő BBSZ-1-es szelvényben lehetett a legteljesebb kifejlődésben megfigyelni a területre jellemző ABET-ek morfológiai jegyeit. Ehhez képest a lejtő középső harmadában elhelyezkedő BBSZ-2-es szelvény jelentős különbségeket nem mutatott, sem morfológiai jegyeiben (2. táblázat), sem az egyes szintek talajfizikai és talajkémiai paramétereiben (3. táblázat). A BBSZ-2 esetében nem osztottuk két külön genetika szintre a felhalmozódási szintet, ugyanakkor szembetűnő volt, hogy a B-szint Arany-féle kötöttségi értéke 37-nek mutatkozott, ami a homokos vályog és a vályog fizikai féleség kategóriák határára helyezi ezt a képződményt. A BBSZ-2-es, hasonlóan a BBSZ-1-eshez vertikálisan csökkenő humuszdinamikát, illetve vertikálisan enyhén csökkenő savanyúsági értékeket adott, teljes kilúgzottság mellett (3. táblázat).

A lejtő felső harmadában, de még nem plató helyzetben jelöltük ki a BBSZ-3-as szelvény helyét. A szelvény részben erodált állapotú, így az ABET-ekre jellemző szintezettség nem figyelhető meg, de morfológiai jegyeiben tetten érhető a fejlődési rokonság a lejtő másik két szelvényével. A BBSZ-3-as egy kétosztatú, A- és B-szintekre tagolódó, sekély termőrétegű szelvény, amelynek 60 cm-es relatív mélységében már nagy mennyiségben jelentkezett az ágyazati kőzet törmelékanyaga. A karbonátos ágyazati kőzet közelsége lehet az egyik magyarázata annak, hogy a 15–60 cm-es relatív mélységben leírt B-szint nem mészhiányos, hanem gyenge mészállapotúnak mutatkozott ($\text{CaCO}_3 = 3,2\%$) (3. táblázat). Érdekes megfigyelés ugyanakkor, hogy a többi szelvény B-szintjéhez képest morfológiailag jelentős különbséget nem mutató B-szint a BBSZ-3-as szelvény esetében erősen agyagosnak mutatkozott ($K_A = 55$). A szelvény A-szintjének kiugróan magas humusztartalma ($\text{H}\% = 4,70\%$) feltételezhetően enyhén torzított adat, amely a mintába belekerülő, az A₀-szintből származó szerves anyagot is magába foglalhatja, így ennek értékelése különös körültekintést igényel.

2. táblázat. A vizsgálati területen nyitott talajszelvények helyszíni talajvizsgálati adatainak összefoglalása
 Table 2. Macro-morphological data of the analysed soil profiles at Pápavár, Bakony Mountains

Talaj-szint	Mélység [cm]	Mintakód	Fizikai féleség	Szerkezet	Szín	CaCO ₃	Egyéb
BBSZ-1							
A _o	0–5	BBSZ-1/A	vályog	szerkezet nélküli	10YR 3/3	0	- LAH; - agyaghártyák B ₁ és B ₂ -ben; - gyengén fejlett vaskiválások; - kőzettörmelék a BC-szintben
A	5–20		vályog	szemcsés /gyengén szerkezetes	10YR 4/3	0	
E	20–30	BBSZ-1/E	vályog	gyengén szerkezetes	10YR 6/2	0	
B ₁	30–55	BBSZ-1/B ₁	agyagos vályog	diós	10YR 4/6	0	
B ₂	55–80	BBSZ-1/B ₂	agyagos vályog	diós	10YR 6/3	0	
BC	80–90	-	agyagos vályog	szerkezet nélküli	kevert / 10YR 5/8	-	
BBSZ-2							
A _o	0–2	BBSZ-2/A	vályog	szerkezet nélküli	10YR 3/3	0	-LKH; - avarral fedett meredek lejtőfelszín; - kőzettörmelék a BC-szintben
A	2–23		vályog	szemcsés /gyengén szerkezetes	10YR 4/3	0	
E	23–28	BBSZ-2/E	vályog	gyengén szerkezetes	10YR 6/2	0	
B	28–70	BBSZ-2/B	vályog	poliéderes	10YR 6/3	0	
BC	70–75	-	agyagos vályog	szerkezet nélküli	10YR 5/8	-	
BBSZ-3							
A	0–15	BBSZ-3/A	agyagos vályog	szemcsés /gyengén szerkezetes	10YR 3/3	0	-LFH; - mállott kőzettörmelék mennyisége mélységgel erősen növekszik
B	15–60	BBSZ-3/B	agyag	szemcsés /gyengén szerkezete	10YR 6/3	0/+	
BC	60–70	-	agyag	szerkezet nélküli	kevert	-	

3. táblázat. A vizsgálati területen nyitott talajszelvények mintáinak laboratóriumi alapadatai

Table 3. Baseline laboratory data of the analysed soil profile and samples from Pápvár, Bakony Mountains

Szelvény- / Mintakód	Genetikai talajszint	Relatív mélység [cm]	Vizsgált paraméter				
			humusz %	pH	CaCO ₃ %	összes só %	K _A
				(H ₂ O)			
BBSZ-1/A	A	5–20	2,26	4,55	0	< 0,02	43
BBSZ-1/E	E	20–30	1,56	5,06	0	< 0,02	42
BBSZ-1/B1	B ₁	30–55	1,16	5,69	0	< 0,02	45
BBSZ-1/B2	B ₂	55–80	1,11	5,80	0	< 0,02	47
BBSZ-2/A	A	2–23	3,53	4,72	0	< 0,02	47
BBSZ-2/E	E	23–28	2,36	5,38	0	< 0,02	42
BBSZ-2/B	B	28–70	1,75	6,09	0	< 0,02	37
BBSZ-3/A	A	0–15	4,70	5,86	0	< 0,02	49
BBSZ-3/B	B	15–60	2,60	7,57	3,2	< 0,02	55

Az évgyűrűvizsgálatok eredményei

Áttekintve a három lokalitáson mintázott fák dendrológiai adatait (4. táblázat) elmondható, hogy a lejtő felső szakaszán mintázott fák kora jelentősen meghaladja a lejtő közepén és alján élő fákét. A felső szakasz fái közül a BB2 jelű egyed kora 110–120 évre, míg a többi egyed (BB3–BB6) kora mintegy 150–170 év közé tehető. Mindenképpen megemlítenéd, hogy az átlagos magasságuk (19,48 m) érdemben elmarad a lejtő középső (BB7–BB11, 28,56 m) és alsó szakaszán élő fák (BB12–BB16; 31,16 m) magasságának átlagától. Kerület tekintetében ellenben megfigyelhető, hogy a lejtő felső szakaszán mintázott fák átlagos törzskerülete nagyobb (162,6 cm – átlagos átmérő 51,5 cm), mint a lejtő középső (127,2 cm – átlagos átmérő 41,2 cm) és alsó szakaszán (152,7 cm – átlagos átmérő 48,8 cm) lévő egyedeké. Az egyedek egészségi állapota és szociális helyzete már kevésbé mutat rendszerességet. A lejtő alsó szakaszán a mintázott fák mindegyike kiváló egészségi állapotban van, míg a lejtő középső és felső szakaszán a fák egészsége csak jó, vagy az alatti, függetlenül az egyedek társaikhoz viszonyított helyzetétől. Érdemes azonban megemlíteni, hogy hátrányosabb helyzetű, közbeszorult fákkal csak a lejtő felső szakaszán találkozhatunk. A mintavételi pontok gyógyulásával kapcsolatban mindenképpen ki kell emelni, hogy a 15 mintázott egyed közül 2 esetében folyó, 1 esetben pedig nedves sebbel találkoztunk a visszaellenőrzés során.

4. táblázat. A mintázott faegyedek dendrológiai adatai
Table 4. Dendrological data of the examined tree specimens

A mintázott bükk (<i>Fagus sylvatica</i>) egyedek főbb adatai												
Bakonybél, 44/A erdőrészlet, mintavétel: 2017. július 10., visszaellenőrzés: 2017. november 3.												
ID	kerület [cm]*	magasság [m]	egészségi állapot**	szociális helyzet	törzs átmérő [cm]***	törzs sugár [cm]****	minta hossza [cm]	leszámolt évgyűrűk	bél	hiányzó évgyűrűk	becsült kor	megjegyzés
BB2	146	21,6	5	közbe szorult	46,5	23,25	34,5	108	N	5-10	110-120	
BB3	133	19	5	uralkodó	42,5	21,25	26,8	151	N	5-10	155-160	a mintavételi seb nedves
BB4	156	19,4	4/5	közbe szorult	49,5	24,75	24	152	I	0	152-155	a mintavételi seb folyik
BB5	170	20,2	5	közbe szorult	54	27	31	150	N	5-10	155-160	
BB6	208	17,2	4	uralkodó	65	32,5	26,5	149	N	10-20	160-170	a vezérág törött, korhadt
BB7	133,5	27,2	4/5	uralkodó	42,5	21,25	29	61	N	10-20	70-80	az alsó néhány ág száraz
BB8	92,5	27,8	4	uralkodó	32,5	16,25	13,5	67	N	5-10	75-85	
BB9	130	29,8	4/5	uralkodó	41,5	20,75	31,5	59	N	15-20	75-80	
BB10	153	30,2	5	uralkodó	49	24,5	28,3	56	N	10-20	65-75	
BB11	127	27,8	3/4	uralkodó	40,5	20,25	25,5	69	I	0	69-72	a kérgen mélyebb repedések
BB12	168	32,8	5	uralkodó	54	27	32	71	N	5-10	75-80	
BB13	168	28	5	uralkodó	54	27	33,3	72	N	5-10	75-80	a mintavételi seb folyik
BB14	171	30	5	uralkodó	54	27	32	73	N	5-10	75-85	
BB15	148	33	5	uralkodó	47,5	23,75	34,2	69	N	5-10	75-80	
BB16	108,5	32	5	uralkodó	34,5	17,25	25,3	70	N	5-10	75-80	

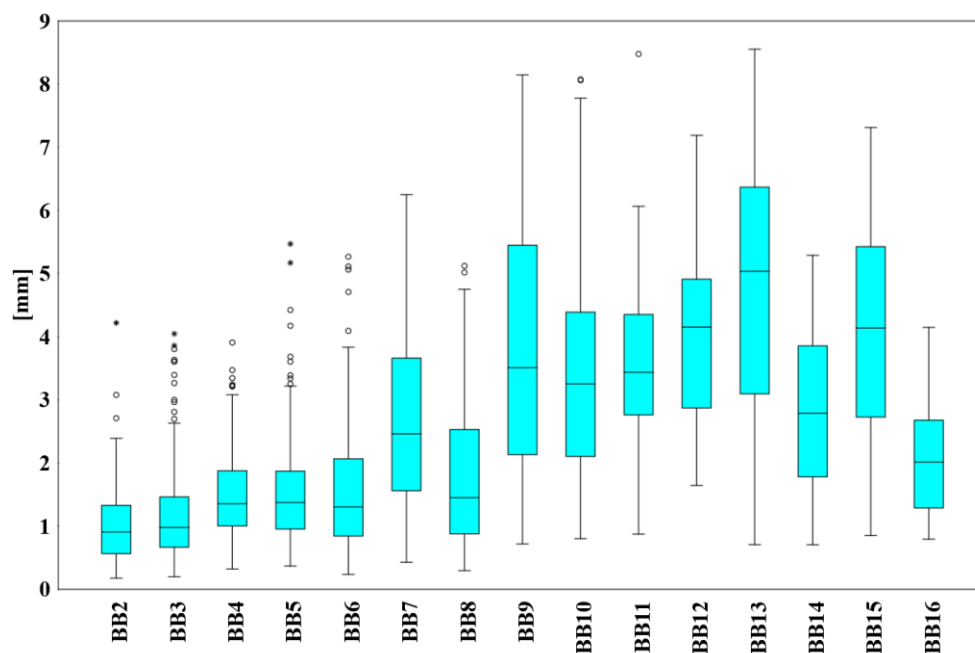
* mellmagassági kerület *** π -szalaggal mért
** 5 (kiváló) → 1 (nagyon rossz) **** számított

5. táblázat. A mintázott faegyedek évgűrűvizsgálata során kapott adatok leíró statisztikája

Table 5. Descriptive statistics of the tree-ring measurements

A FELSŐ SZAKASZ FÁINAK ÉVGYŰRŰ-ADATAI [mm]					
	BB02	BB03	BB04	BB05	BB06
N	108	151	152	150	149
Min	0,178	0,200	0,323	0,369	0,236
Max	4,219	4,047	3,908	5,470	5,267
Mean	1,039	1,228	1,509	1,552	1,643
Median	0,913	0,980	1,361	1,370	1,306
25 prcentil	0,570	0,667	1,005	0,951	0,843
75 prcentil	1,323	1,463	1,875	1,879	2,081
A KÖZÉPSŐ SZAKASZ FÁINAK ÉVGYŰRŰ-ADATAI [mm]					
	BB07	BB08	BB09	BB10	BB11
N	61	67	59	56	69
Min	0,428	0,296	0,720	0,802	0,875
Max	6,249	5,122	8,146	8,073	8,477
Mean	2,735	1,848	3,851	3,539	3,588
Median	2,461	1,453	3,510	3,256	3,437
25 prcentil	1,500	0,879	2,133	2,121	2,727
75 prcentil	3,686	2,531	5,448	4,372	4,401
AZ ALSÓ SZAKASZ FÁINAK ÉVGYŰRŰ-ADATAI [mm]					
	BB12	BB13	BB14	BB15	BB16
N	71	72	73	69	70
Min	1,647	0,708	0,705	0,850	0,795
Max	7,188	8,551	5,289	7,313	4,148
Mean	4,028	4,601	2,832	4,105	2,122
Median	4,152	5,066	2,789	4,138	2,003
25 prcentil	2,872	3,130	1,788	2,684	1,284
75 prcentil	4,910	6,359	3,842	5,543	2,680

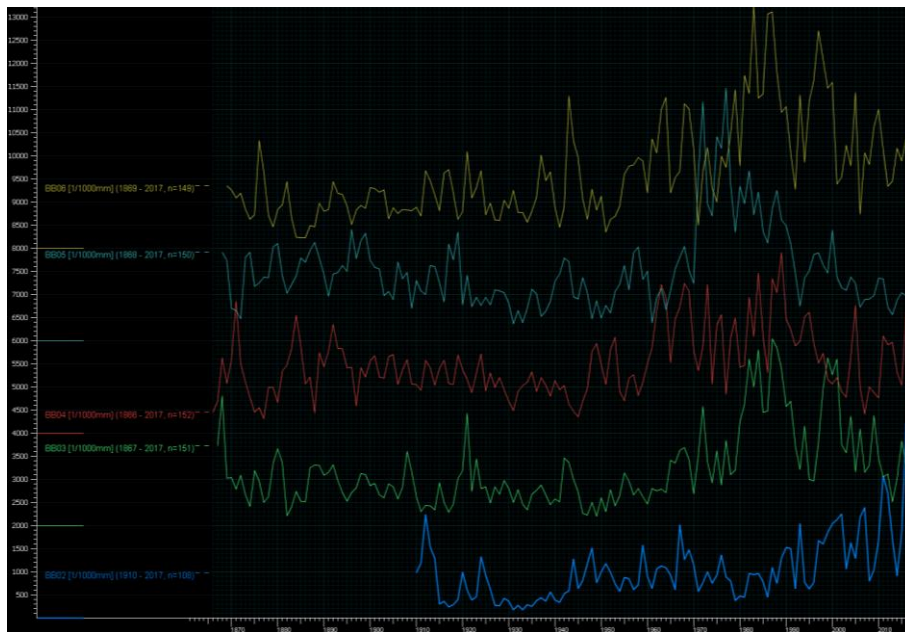
A lejtő középső és alsó szakaszának fái esetében mind az interkvartilis terjedelem, mind a szélsőértékek viszonylag tág határok között alakulnak (4. ábra), ezért célszerű az évgűrűmintázatokat lejtőszakaszonként összevetni.



4. ábra. A mintázott faegyedek évgyűrűvizsgálat során kapott adatainak doboz (box-plot) ábrái
 Figure 4. Box-plots of the tree-ring measurement data

A lejtő felső szakaszának fái

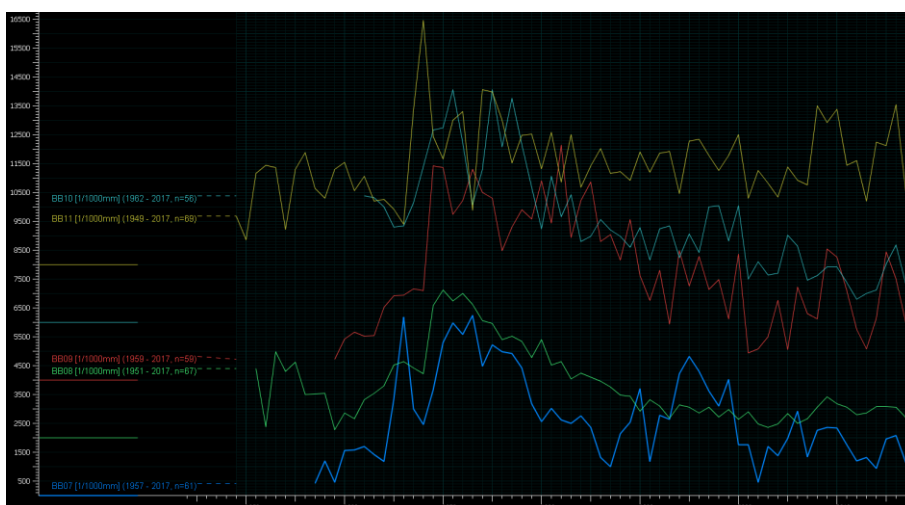
A lejtő felső szakaszán gyűjtött évgyűrűmintázatokot tekintve (5. ábra) látható, hogy a fák fiatal korukban némiképp hektikus növekedést mutattak, ahol a kiugróan széles vagy éppen keskeny évgyűrűk szemlátomást kevésbé esnek egybe. 1910 és 1960 között egy viszonylag egyenletes, minimálisan csökkenő tendenciájú növekedés volt jellemző, néhány kiugró értékkel. 1960-tól egy hektikusabb növekedési szakasz kezdődött jóval nagyobb évenkénti törzsvastagodással és kevés, azonban jelentősebb kiugró értékkel. 1980-tól napjainkig ismét csökkenő tendenciát tapasztalunk a növekedésben, ahol a kiugró szélességű évgyűrűk némelyike egybeesik, de vannak egyedi kiugrások is.



5. ábra. A lejtő felső szakaszán gyűjtött évgűrűminták lefutásai
 Figure 5. Tree-ring patterns of tree specimens from the upper part of the slope
 (Pápvár, Bakony Mountains)

A lejtő középső szakaszának fái

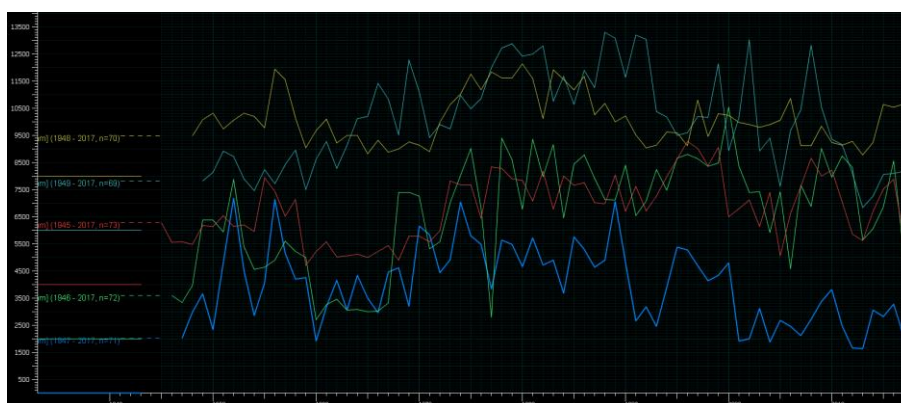
A lejtő középső szakaszán mintázott fák évgűrű adatait vizsgálva (6. ábra) látható az egyenetlen, némely egyednél nagy, egymással nem összefüggő, kiugrásokkal járó kezdeti növekedés. Közös tendencia figyelhető meg az 1960-as évek második felében, mikor minden egyed hirtelen és jelentősebb mértékű növekedésnek indult. Az ezt követő időszakban, 1970 és 1990 között enyhe visszaesés figyelhető meg a növekedésben, kevés és általában egybeeső kiugró értékekkel. 1990-től napjainkig egy összességében állandó növekedési ráta mutatkozik. Az itt megjelenő kiugró értékek többsége egyedi, csak a 2001-es évben figyelhető meg egy jelentősebb egybeeső érték.



6. ábra. A lejtő középső szakaszán gyűjtött évgűrűminták lefutásai
 Figure 6. Tree-ring patterns of tree specimens of the middle section of the slope
 (Pápvár, Bakony Mountains)

A lejtő alsó szakaszának fái

A lejtő alsó szakaszán gyűjtött évgyűrűminták diagramjáról (7. ábra) leolvasható, hogy a fák növekedése hektikusnak és egymástól különbözőnek mondható. Ez különösen igaz az első 15 évre 1960-ig, de itt is találkozhatunk kivétellel, például az 1954-es évvel, amikor legtöbb egyednél az előző évekhez képest nagymértékű növekedés tapasztalható. Az 1960 és 1970 közötti időszak némiképp kiegyensúlyozottabb. Ez után a periódus után, 1970-től napjainkig újra egy nagyobb kilengésekkel teli, változatos, és az egyes fák adatait tekintve egymástól nagymértékben eltérő időszak következik. Az egyetlen összefüggő, kiemelkedő érték amit ki kell emelni 2013-ban látható, amikor az összes egyed egyszerre nagymértékű növekedésnek indult.

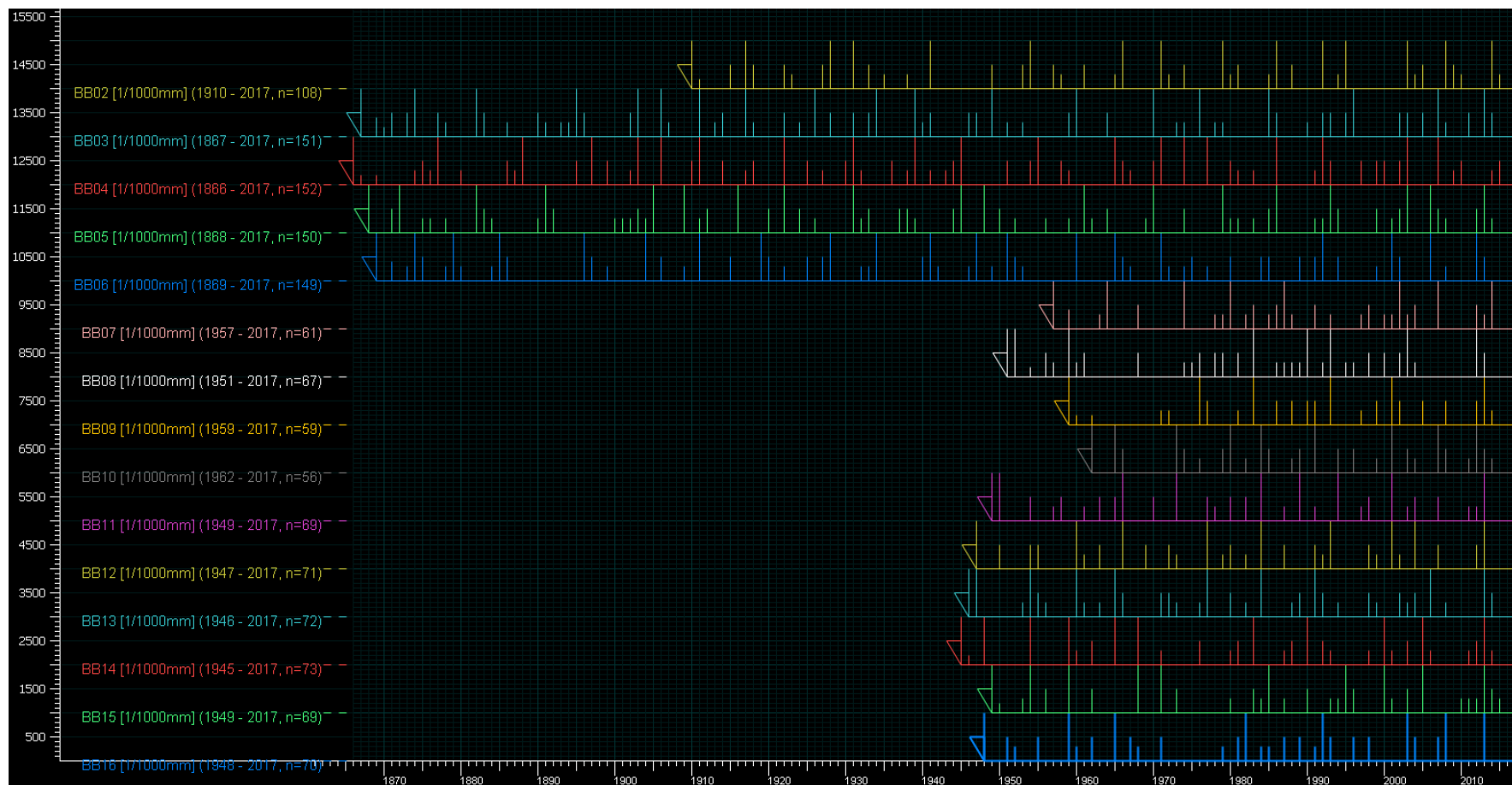


7. ábra. A lejtő alsó szakaszán gyűjtött évgyűrűminták lefutásai

Figure 7. Tree-ring patterns of tree specimens of the lower section of the slope (Pápavár, Bakony Mountains)

Az évgyűrűmintázatok összevetése

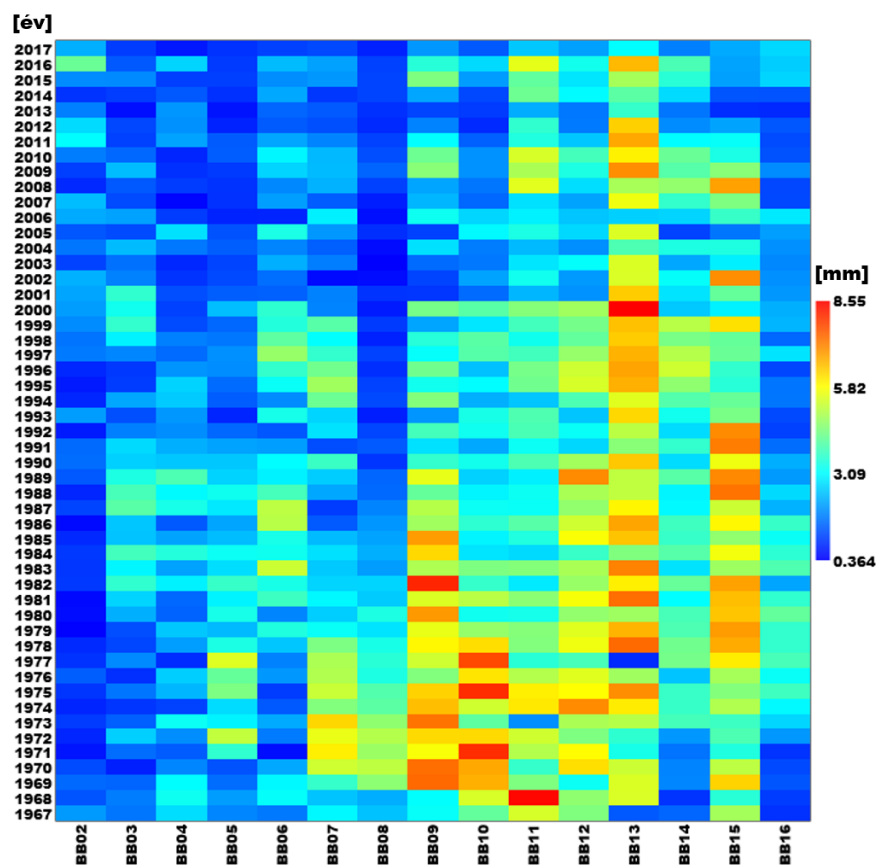
A három lejtőszakasz fáinak évgyűrűmintázatát összevetve a Tellervo szoftver skeleton plot moduljával (8. ábra) elmondható, hogy vizuálisan is azonosíthatóvá válnak az elmaradó növekedéssel jellemezhető évek, amelyek esetében jellemzően viszonylag keskeny évgyűrűk keletkeztek; például 2013, 2001 vagy 1984.



8. ábra. évgűrűmintázatok túske ábrája

Figure 8. Comparative figure of all tree-ring measurement

A vizsgált faegyedek egyharmada érdemben idősebb, a legfiatalabb esetében pedig 56 évgyűrűt sikerült mintázni, ezért az adatok további összevetéséhez az elmúlt 50 év adatait vettük figyelembe. Hőtérképet készítve az egyes egyedek növekedéséről (9. ábra) vizuálisan látványossá válnak egyrészt azok az évek, amelyek érdemben jelentősebb növekedést vagy éppen elmaradást hoztak, de látványosabbá válik az egyes egyedek növekedési erélye is. A BB02, BB03, BB04 és BB16 egyedek növekedése – az összes mintát tekintve – nem mutat nagyon kiugró értékeket, míg a BB09, BB10, BB11 és BB13 egyedek esetében vannak kiemelkedő évek, például a BB09-es egyed esetében 1982-ben az előző évek növekedéséhez viszonyítva nagymértékű visszaesés figyelhető meg. A BB10-es fánál 1971, 1975 és 1977-ben is hasonlóan nagymértékű, akár több éven át tartó visszaesést tapasztalhatunk. Ezekkel ellentétben a BB06-os mintán 1971-ben az előző évek csökkenő tendenciájú növekedéséhez képest nagymértékű évgyűrűvastagodást tapasztalhatunk.



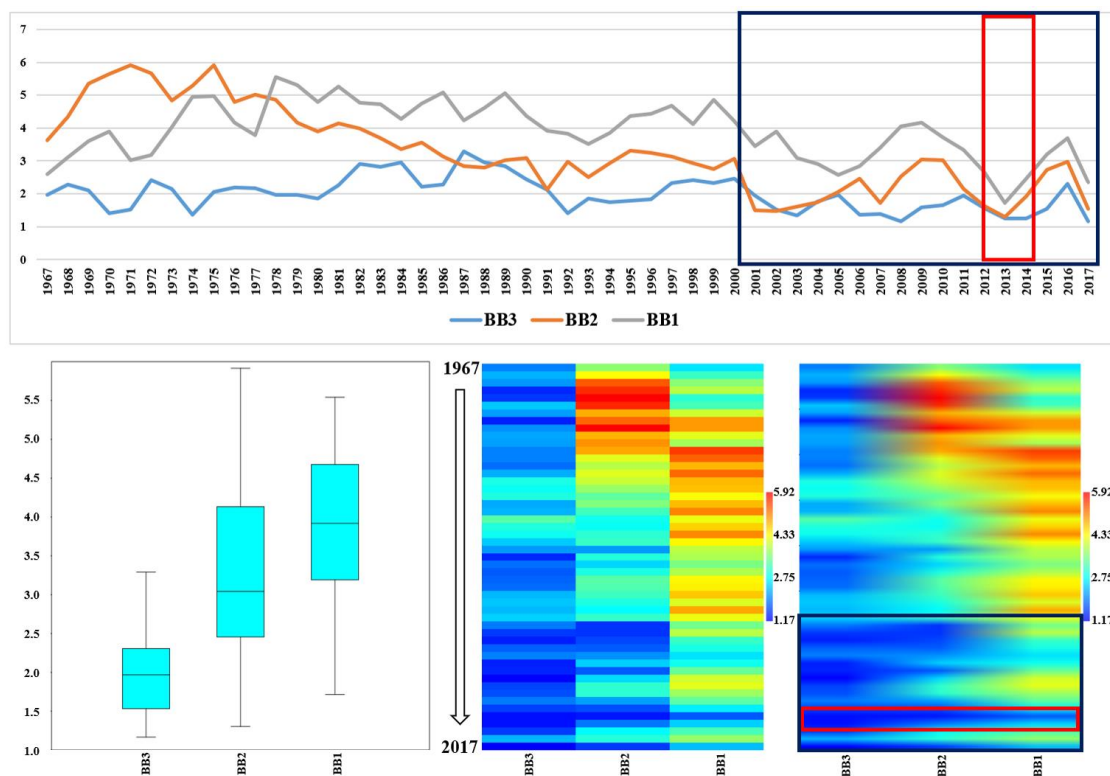
9. ábra. Az évgyűrűmintázatok utóbbi 50 évének összevetése hőtérkép módszerrel

Figure 8. Heat map of the tree-ring patterns of the last 50 years

Mivel az egyes fák összességében viszonylag vegyes képet mutatnak, ezért érdemes lehet lejtőszakaszonként csoportosítva, évenként átlagolva vizsgálni az egyes szakaszok fainak növekedését, összpontosítva az utóbbi 50 évre. A 10. ábrán összetett módon látható a fák termőhely-típusonkénti növekedése. A felső szakasz –

igazodva a talajszelvények számához – a BB3, a középső szakasz a BB2, az alsó szakasz pedig a BB1 kódot kapta. Az átlagolt adatok alapján látható, hogy a felső szakasz idősebb fának növekedése, részben korukból kifolyólag elmarad a másik két szakasz fiatalabb fának növekedésétől, de az is megfigyelhető, hogy a két fiatalabb csoport növekedése jóval hektikusabb, és nagyobb szélsőértékekkel rendelkezik. Azonban meg kell említeni, hogy a nagyobb kitérések ellenére a középső és alsó szakaszok fának növekedése között nagyobb az egyezés, mint a felső és bármelyik másik között.

Mindhárom lejtőszakasz esetében átlagosan egy csökkenő tendenciájú növekedés látható, de vannak olyan évek, illetve periódusok, amelyek egyértelműen hatással voltak az egész állományra. A 10. ábrán a leglátványosabb, 2012 és 2014 közötti szakaszt emeltük ki, de megemlíthető a 2008 és 2010 közötti időszak is. Érdeemes még megfigyelni az 1993 utáni 6–7 évet, amikor mindhárom lejtőszakaszon stagnálás és enyhe növekedés fedezhető fel.



10. ábra. A vizsgált lejtőszakaszokon mintázott faegyedek évgűrűszélességeinek alakulása (1/1000 mm)

Figure 10. The distribution of the tree-ring width of the trees of given slope sections (1/1000 mm)

Értékelés

A vizsgált terület, illetve a lejtő egyes szakaszainak talajtani, valamint a fásszárú vegetáció évgyűrűvizsgálata számos érdekes eredménnyel szolgált. A talajtani vizsgálat eredményei közül érdemes kiemelni, hogy a lejtő alsó és középső szakaszán a kistájra jellemző agyagbemosódásos barna erdőtalaj található. A felső szakasz szelvénye részben erodált, csonka állapotú, így az ABET-ekre jellemző szinterzettség nem figyelhető meg, de morfológiai jegyeiben tetten érhető a fejlődési rokonság a lejtő másik két szelvényével. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a lejtő felső szakaszán álló egyedek magassága elmarad a lejtő középső és alsó szakaszán lévőkéitől, amely összhangban van Kovács (2016) megállapításával, miszerint a magassági növekedés a termőhely függvénye – mivel azonos termőhelyi körülmények között a felső szakasz fájának magassága (idősebb korukból kifolyólag) várhatóan nagyobb lenne mint a többi; feltételezhető, hogy az egyedek magassági növekedését befolyásolja a felszín meredeksége, a termőréteg mélysége, a termőhely jósága.

Megfigyelhető ugyanakkor az is, hogy a lejtő felső szakaszán nagyobb törzskerületű fák találhatóak, amely elsődlegesen korukból adódik, hiszen ezen lejtőszakasz fái érdemben 50–100 évvel idősebbek, mint a lejtő középső és alsó szakaszának fái. Az állománykép ugyan egységesnek tűnik, de ez a korabeli különbség mindenképpen érdekes. Vélhető magyarázata, hogy a korábbi kitermelések során jellemzően az erdőrésztlet könnyebben elérhető részeiről vágták ki a fákat, így teljesítve a kitermelendő mennyiséget (szóbeli közlés).

A fák egészségi állapota szempontjából érdemes kiemelni, hogy a lejtő alsó szakaszán, a másik két szakasszal ellentétben, csak egészséges egyedekkel találkozunk – bár a mintázott 5–5 faegyed kevésbé tekinthető reprezentatív mennyiségnek.

A mintavétel, illetve a fák gyógyulásának szempontjából megemlítendő, hogy 15-ből 3 egyednél találtunk nedves vagy szivárgó sebhelyet a visszaellenőrzésnél, azonban ezt nem tudjuk összefüggésbe hozni az egyedek egészségi állapotával. Tanulmányok rámutatnak, hogy a bükk esetében relatíve kicsi a sebzés körüli elszíneződés (Schweingruber 1996), illetve a téma nemzetközi állása alapján a sebeket nem szükséges kezelni vagy lezárni, mert néhány éven belül a fa zárja azt, de a növedékfúróval végzett mintavétel során mindenképpen számolni kell a jelenséggel, illetve a lehetséges kárral (Grissino-Mayer 2003). Itt kell idézni Schweingruber (1996) szavait: „*A mintavételi seb csökkenti a furnér, illetve a fűrészárú értékét; de a mintavétel soha nem öli meg a fát.*”

Az adatok feldolgozását tekintve érdemes lehet különböző többváltozós módszereket is használni az adatsorok feldolgozásánál, egyrészt a hasonlóságuk, másrészt az azt okozó évek kiszűrése, azonosítása végett. A viszonylag nagy változatosságot mutató adatsorok esetében érdemes lehet az azonos csoportba tartozó fák növekedését évenként átlagolni, és így képezni csoportokat.

Az adatok alapján vannak olyan kifejezetten jól azonosítható évek (1984, 2001 vagy 2013) és időszakok (2012–2014), amelyek állományszinten voltak hatással az

erdőrészlet fáira, így klimatikus adatok feldolgozásával, kirívó időjárási események figyelembevételével, továbbá az erdészeti kezelések visszakövetésével, rekonstruálásával (üzemtervek, szóbeli közlések) tervezzük kibővíteni kutatásunkat.

Köszönetnyilvánítás

Kiemelt köszönet illeti Meinczinger Józsefet, a Bakonyerdő Erdészeti és Faipari Zrt. Bakonybéli Erdészetének korábbi igazgatóját, amiért lehetővé tette és támogatta a vizsgálat elkészülését, továbbá Berger Péter erdőgondnokot a segítségéért. Köszönet illeti Horváth Somát és Kardos Zsoltot a terepi munkában nyújtott segítségükért.

Irodalom

- Bartha D., Berki I., Lengyel A., Rasztovits E., Tiborcz V., Zagyvai G. 2018: Erdőtársulások és fajaik átrendeződési lehetőségei a változó klímában. Erdészettudományi Közlemények 8(1): 163–195. DOI: [10.17164/EK.2018.011](https://doi.org/10.17164/EK.2018.011)
- Brewer, P.W. 2014: Tellervo – A guide for users and developers. Laboratory of Tree-Ring Research, Tucson. p. 201.
- Brewer, P.W., Murphy, D., Jansma, E. 2011: Tricycle: A Universal Conversion Tool For Digital Tree-Ring Data Tree-Ring Research 67(2): 135–144. DOI: [10.3959/2010-12.1](https://doi.org/10.3959/2010-12.1)
- Campbell, W.A. 1939: Damage from Increment Borings. Division of Forest Pathology, Bureau of Plant Industry, U.S. Department of Agriculture. p. 7.
- Csapody I., Csapody V., Rott F. 1966: Erdei fák és cserjék. Országos Erdészeti Főigazgatóság, Budapest. pp. 236–238.
- Dövényi Z. (szerk.) 2010: Magyarország kistájainak katasztere. Második, átdolgozott és bővített kiadás. MTA FKI, Budapest. p. 876.
- Gál J., Veperdi G. 2005: Dendrometria. Oktatási segédanyag. Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdővagyon-gazdálkodási Intézet, Erdőrendezéstani Tanszék, Sopron. p. 109.
- Grissino-Mayer, H.D. 2003: A manual and tutorial for the proper use of an increment borer. Tree-Ring Research 59(2): 63–79.
- Grynaeus A., Horváth E., Szabados I. 1994: Az évgyűrű, mint természetes információhordozó. Erdészeti Lapok 129(7-8): 203–205.
- Gyalog L. (szerk.) 2005: Magyarország Földtani Térképe: L-33-36 szelvény (Veszprém) (szerk.: Gyalog KL. 1999), fedett földtani térkép In: Magyarázó Magyarország fedett földtani térképéhez. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest. p. 189.
- Hammer, Ø. 1999–2015: PAST – PAleontological STatistics Version 3.06 Reference Manual. Natural History Museum, University of Oslo, Oslo. p. 225.
- Hammer, Ø., Harper D.A.T., Ryan, P.D. 2001: PAST – Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia Electronica 4(1): 1–9.
- Keiner R. 1912: A házilagos kitermelés és házi faipar a zirci járásban. Erdészeti Lapok 51(1): 712–715.
- Kovács G. 2016: Termőhelyismerettan. Herman Ottó Intézet, Budapest. p. 175.
- Maeglin, R.R. 1979: Increment cores – How to collect, handle, and use them. US. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, General Technical Report FPL 25. p. 18.
- Majer A. 1976: Félévszázados kísérletek a farkasgyepűi bükkösben. MTA VEAB monográfia 1. pp. 24–28.
- Majer A. 1980: A Bakony tiszafása. Akadémiai Kiadó, Budapest. p. 376.
- Marosi S., Somogyi S. 1990: Magyarország kistájainak katasztere I–II. MTA FKI, Budapest. p. 1024.
- Molnár S., Peszlen I., Paukó A. 2007: Faanatómia. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest. pp. 188–189.
- MSZ1398:1998. 1988: Talajszelvény kijelölése, feltárása és leírása talajtérkép készítéséhez. Magyar Szabványügyi Testület, Budapest. p. 13.
- Munsell Soil Colour Charts 1990: Soil Survey Manual, U. S. Dept. Agriculture Handbook, p. 18.
- Oroszi S. 2006: Bakonyi erdők, bakonyi évszázadok. Válogatás két évszázad írásaiból. Erdészettörténeti Közlemények 68: teljes szám.
- Pressler, M.R. 1866: Der forstliche Zuwachsbohrer neuester Construction. Tharandter forstliches Jahrbuch 17: 155–223.
- Radó D. 1999: Bel-és külterületi fasorok EU-módszer szerinti értékelése. Lélegzet 1999(7-8): melléklet
- Schweingruber, F.H. 1996: Tree Rings and Environment-Dendrochronology. Haupt, Bern. p. 609.
- Schweingruber, F.H. 2001: Dendroökologische Holzanatomie: Anatomische Grundlagen der Dendrochronologie. Paul Haupt Verlag, Berne. p. 472.
- Stefanovits P., Filep Gy., Füleky Gy. 2010: Talajtan. Mezőgazda Kiadó, Budapest. p. 470.
- Szaller V. 2012: Útmutató a fák nyilvántartásához és egyedi értékük kiszámításához. Magyar Faápolók Egyesülete. p. 110.

- TIM Módszertan 1995: Talajvédelmi Információs és Monitoring Rendszer 1. kötet: Módszertan. Földművelésügyi Minisztérium, Növényvédelmi és Agrár-környezetgazdálkodási Főosztály, Budapest.
- Wallner E. 1941: A Bakony erdőtakarójának átalakulása a XVIII. század végéig. Földrajzi Közlemények 69(1): 1–29.
- Wallner E. 1943: A Bakony erdőtakarójának jelen képe. Földrajzi Közlemények 71(4): 260–277.

THE EXAMINATION OF THE GROWTH OF EUROPEAN BEECH (*FAGUS SYLVATICA* L.) STAND ON THE SOUTHERN SLOPE OF PÁPAVÁR (BAKONY MOUNTAINS) BASED ON TREE-RING MEASUREMENTS – PRELIMINARY STUDY

D. SALÁTA¹, M. TAKÁCS¹, L. HÜLL², Á. PETŐ¹

¹ Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute for Wildlife Management and Nature Conservation, Department of Nature Conservation and Landscape Management, 2100 Gödöllő, Páter K. u. 1., e-mail: Salata.Denes@uni-mate.hu, Peto.Akos@uni-mate.hu

²Bakonyerdő Forestry and Wood Industry PLC., 8427 Bakonybél, Szent Gellért tér 7.

Keywords: tree-ring, dendroecology, European beech, Bakony Mountains

A homogenous European beech forest (*Fagus sylvatica*) near the settlement of Bakonybél (Bakony Mountains) positioned on a hillside was studied. Soil profiles were opened to describe environmental properties of the forest and 5–5 tree-ring samples (with increment borer) were collected from the lower, the middle and the upper parts of the slope. Soil properties were described based on the soil profiles and the laboratory data of the soil samples, while the growth of the trees was examined by digital measurement (QGIS software) and statistical process [MS Excel, TRiCYCLE, Tellervo and PAST software, hierarchical cluster analysis (UPGMA), ordination analysis (PCA), heatmap method] of tree-ring data. The soils of the lower and middle parts are luvisols – as typical soils in the surrounding geographical microregion – while the soil of the upper part is eroded, but morphologically-genetically connected to the luvisols of the lower parts of the slope. Based on the tree-rings there is a major difference in the age of trees at the upper part and the lower locations, which might be caused by the one-time forestry practice. We found also major differences in the average height and trunk perimeter of the trees from the different elevations: the trees of the upper part are notably lower, but thicker than the trees of lower positions. Previously mentioned is caused by the exposure and the soil conditions while the later mentioned is connected to the age of the trees. In the growth sequences we found several years when the trees or the whole stand were influenced by external factors. For this reason, we are planning the extension of our research towards the processing of climatic data, extreme weather conditions and events, and forest management.