

УСТАНОВЯВАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА ЕКСТРЕМНИ КЛИМАТИЧНИ ЯВЛЕНИЯ ЧРЕЗ ДЕНДРОЕКОЛОГИЧЕН АНАЛИЗ

Момчил Панайотов

Лесотехнически университет - София

УДК 05.12.2005

Постъпила на 05.12.2005

В статията е представено изследване на влиянието на необичайни климатични явления върху растежа на дървета в култури от горната граница на гората на Витоша. Те са създадени през 40-те години на ХХ век.

Изясняването на влиянието на екологичните фактори върху растежа на дървесните индивиди в зоната на горната граница на гората е от значение за стопанисването им. В настоящия момент в някои от насажденията са различни зони, в които голяма част от дърветата са със силно нарушени стъблени форми и сериозни повреди на короните. Поради липса на системни наблюдения за изясняване на факторите със значение за растежа е използван дендроекологичния метод. Той позволява събиране на информация за минали събития. Анализирани са анатомичния строеж на годишните пръстени и растежните редици на здрави и повредени дървета. Установено е, че резки спадания на температурите под 0°C в края на м. май и началото на м. юни са предизвикали аномалии в строежа на дървесината и формирането на мразови пръстени през 1944, 1952, 1955 и 1962 г. Необичайно студеното лято на 1976 г. е най-вероятната причина за наличието на пръстен с липса на оцветяване на късната дървесина (светъл пръстен) при много от дърветата от бял бор. Изкривяванията на стъблата са предизвикали сериозен спад в радиалния прираст и формиране на реакционна дървесина от страната на наклоняване на дървото. Това е причинено от големи снеговалежи и снегонавявания. Много от дърветата са наранени за първи път през 1963 г., която е първата от период с необичайно високи зимни валежи.

Ключови думи: дендроекологичен анализ, годишни пръстени, мразови пръстени, светли пръстени, екстремни климатични явления, реакционна дървесина.

Key words: dendroecology, tree rings, frost rings, light rings, extreme climate events, reaction wood.

Увод

Голяма част от високопланинските иглолистни гори на Витоша са унищожени поради прекомерни сечи и опожаряване през средните векове. С цел да се ускори процеса на възстановяване на

горските екосистеми в района на горната граница на гората през 40-те години на ХХ век в района на хижа Алеко е поставено началото на залесявания (Марков, 1927). Състоянието на насажденията в настоящия момент позволява да се направи преценка на устойчивост-

та на видовете и пригодността им за използване за залесявания в зоната на горната граница на гората. Теренните наблюдения показват, че отделни дърветата са със силно нарушени стъблени форми и сериозни повреди на короните. По тази причина е от значение да се установи кои фактори са с основен принос за повредите. В същото време липсват системни измервания и наблюдения за състоянието и развитието на културите, което налага използването на косвени методи за събиране на информация за минали събития. За тази цел подходящ е дендроекологичния анализ. Той се основава на тезата, че широчината на годишния пръстен представлява осреднен показател за растежа на дървото през целия вегетационен период. По тази причина е възможно да бъде търсена и установена връзка между варирането на основните екологични фактори и широчините на годишните пръстени (Fritts, 1976). От друга страна за растежа на дървото често голямо значение има екстремна проява на даден екологичен фактор. Въпреки че тя може да бъде краткотрайна, би могла да окаже сериозно влияние както върху моментното, така и върху бъдещето развитие на дървото. По тази причина е от особено значение да се анализира и строежа на дървесината, в който може да се открият следи от екстремни климатични прояви (Schweingruber, 1996).

Цел на настоящата работа е да се анализира анатомичния строеж на годишните пръстени на дървета от зоната на горната граница на гората и да се установи влиянието на екстремни температури, изкривяване или пречупване на стъблото от натрупване на големи количества сняг и скреж. Това е от практическо значение за стопанис-

ването на съществуващите естествени гори и създадени култури.

Обект на проучването

Обект на проучването е горната граница на гората в района на хижа Алеко, Витоша планина. Тя се състои предимно от култури създадени в сравнително кратък период след 1925 г. Тогава туристическо дружество "Алеко Константинов" подпомогнато от отделението по горите залесява 55 000 фиданки, а през 1934 г. още 60 декара (Марков, 1927). Лесовъдите избират като основни дървесни видове бяла мура (*Pinus peuce* Griseb.), бял бор (*Pinus sylvestris* L), обикновен смърч [*Picea abies* (L.) Karst, и в ограничена степен черна мура (*Pinus heidreichii* Christ.). В първите години след залесяванията фиданките са с изключително забавен растеж и страдат от измръзвания, физиологична суша и нападения от патогенни гъби (Стефанов, 1939). Поради специфични особености на релефа на Витоша, голяма част от високо разположените екосистеми са изложени на действието на силни ветрове през цялата година и снегонявявания през зимния сезон (Векилска, 1966). Благодарение на това може да се изследват разликите в устойчивостта на видовете на действието на посочените фактори.

Общият брой на заложените в района пробни площи е шест. От тях три са в култури от бяла мура [*Pinus peuce* Griseb.), две в култури от бял бор (*Pinus sylvestris* L), и една в естествено насаждение от обикновен смърч (*Picea abies* (L.) Karst.). Индивидите от черна мура (*Pinus heidreichii* Christ.) са разположени поединично в някои от култури-

те и поради това са анализирани като самостоятелни дървета. От дървесни индивиди с нормални и повредени табла са взети проби за дендроекологичен анализ -табл. 1).

тието на индивиди от бял бор. Пробна площ номер № 2 се намира на 1870 m н.в. на терен с източно изложение. Насаждението е бяло-мурово и също е на границата на гората с незалесено

Таблица 1

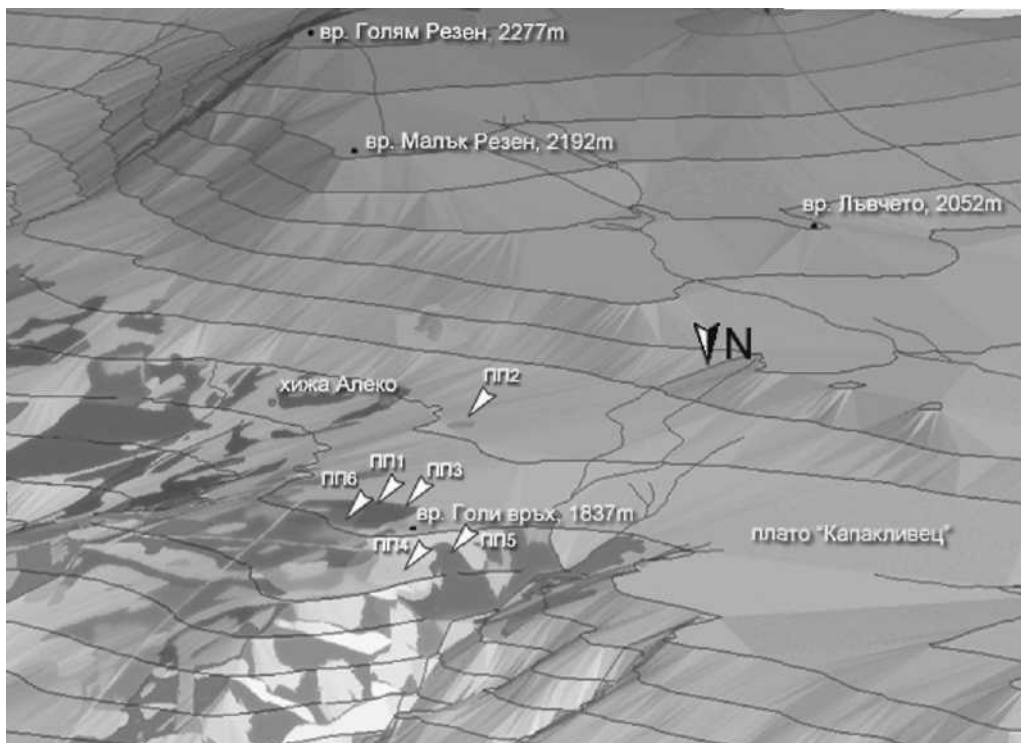
Table 1

Взети проби за дендроекологичен анализ от пробни площи в района на х. Алеко
Number of sampled trees in treeline sites from the region of Aleko hut, Vitoshka mountain

Пробна площ N Sample plot N	Дървесен вид Tree species	Общ брой дървесни индивиди с проби Total number of sampled trees	Индивиди с нормални стъбла Trees with normal stems	Индивиди с повредени стъбла Trees with damaged (broken or bent) stems
1	<i>Pinus peuce</i> Griseb.	27	7	20
2	<i>Pinus peuce</i> Griseb.	67	14	53
3	<i>Pinus sylvestris</i> L.	15	2	13
4	<i>Pinus sylvestris</i> L.	14	14	0
5	<i>Picea abies</i> Karst.	10	10	0
6	<i>Pinus peuce</i> Griseb.	11	10	1
	<i>Pinus heldreichii</i> Christ.	5	5	0
-	<i>Pinus heldreichii</i> Christ.	6	5	1

Пробна площ № 1 (фиг.1) се намира на надморска височина от 1820 m н.в. в близост до вр. Голи връх (1837 m н.в.) на границата на гората с обширното безлесно плато Капакливец. По състав е от бяла мура с единично участие на обикновен смърч и черна мура. В непосредствена близост до нея се намира пробна площ № 3, която е с преобладаващо участие на бял бор (6), бяла мура (2) и обикновен смърч (2). В нея е проследено влиянието на силни ветрове и снегонавявания върху разви-

плато в местността Капакливец. Пробна площ номер 6 се намира на надморска височина от 1770 m н.в. в смесено насаждение от бяла мура (7), черна мура (2), обикновен смърч (1) и единично участие на бял бор. Тъй като в него дърветата са защитени от силните ветрове и са подложени на сравнително равномерно натрупване на сняг, пробна площ №6 служи за сравнение на растежа на дърветата от пробни площи № 1 и № 2. Пробна площ № 4 се намира в близост до пробна площ № 3. Насаждението е



Фиг. 1. Разположение на пробните площи
 Fig. 1. Situation of Sample plots (ПП)

чисто бял-борово. То служи за сравнение на растежа на дърветата от пробна площ № 3. Пробна площ № 5 е заложена в чисто смърчово насаждение в близост до пробна площ № 4. Най-вероятно то е формирано след попълване на празните пространства между съществуващи естествени групи от обикновен смърч.

Методи

От дървесни индивиди с нормални и повредени стъбла с помощта на преслеров свредел Djos с вътрешен диаметър

4,35mm са взети проби за дендроекологичен анализ. От индивидите с повредени стъбла пробите са взимани в 2 срещуположни направления - от страната на преобладаващите ветрове (наветрена) и от противоположната (подветрена) с цел да се проследят измененията в анатомичния строеж на дървесните пръстени след увреждане на дървото. От дървета с нормални стъбла е взимана по една проба от наветрената страна на стъблото. След естествено изсушаване са залепени към предварително подготвени дървени стойки и са шлайфани с постепенно увеличаване на номера на шкурката от 80 до 500. С помощта на

специализирано бинокулярно оборудване Carl Zeiss и софтуер DENDROSTAT в ЛТУ-София са измерени широчините на годишните пръстени с точност до 0,01 mm. Годишните пръстени със строеж на дървесината, който се отличава от нормалния, са отбелязвани и фотографирани. Данните от измерените широчини на годишните пръстени са подложени на стандартна математико-статистическа обработка със следните основни етапи:

1. Крос-датиране. Чрез тази процедура се цели идентифициране на точната година на формиране на даден годишен пръстен. Извършва се чрез сравняването на общи тенденции в радиалния прираст или наличието на други характерни особености в строежа на годишните пръстени на дървесните индивиди от даден район. Въведена е от Douglass през 1939 г. (Fritts, 1976). За нуждите на изследването кросдатиранието е извършено с помощта на специализиран софтуер COFESHA (Holmes, 1983) и по визуални характеристики на отделни пръстени.

2. Стандартизиране. Притазипроцедура се отстранява влиянието на възрастта на индивида върху широчината на годишния пръстен. Извършва се чрез намиране на опростен математически модел, описващ генералния растеж на дървесния индивид и последващо разделяне на реално измерената стойност на широчината на годишния пръстен на съответната стойност от растежния модел. По този начин се получават стандартизирани стойности (индекси) за съответните години (Fritts, 1976; Мирчев и др., 2000). В настоящото изследване стандартизирането е извършено с помощта на специализиран софтуер ARSTAN (Cook, 1985), като най-често са прилагани мо-

дифицирани експоненциални криви от вида $y = a \exp^{-bx} + c$ (Fritts, 1969) и $y = ax^b \exp^{-gx}$ (функция "Hugershoff", Warren, 1980), които описват добре растежа на светлолюбиви иглолистни видове (по Cook&Kairiukstis, 1990).

3. Изчисляване на средни хронологии. За пробни площи 4, 5 и 6 и за дървета с нормално развити стъбла от пробна площ 2 е извършено чрез изчисляване на двойно претеглена средна стойност от растежните индекси на отделните дървета за съответната година. По този начин е намалено влиянието на индексни стойности, които се отличават значително от средната при формирането на съответната стойност от общата хронология Cook&Kairiukstis (1990). Изчисляването е извършено със софтуер ARSTAN (Cook, 1985). Кривите на широчините на годишните пръстени на дървета с пречупени или изкривени стъбла са сравнени със средните криви от нормално развитите дървета за разкриване на периоди със сериозни разлики в растежа, който не се дължат на общото влияние на климата. По този начин са определени периоди на изкривяване и пречупване на стъблата.

Анализирана е връзката на данните за широчините на годишните пръстени със средните месечни стойности на температурите и сумите на валежите от метеорологичната станция на вр. Черни връх (2286 m н.в., открита на 01.11.1935 г.). Данните за особеностите в анатомичния строеж са сравнени със стойности за дневни минимални и максимални температури на вр. Черни връх, х. Боерица (1 703 m н.в.) и х. Алеко (1800 m н.в.). Картните материали за визуализацията на местоположението на пробните площи са изработени в ГИС-

среда с помощта на софтуер ArcGis 8.3 (Hutchinson and Daniel, 2003).

Резултати и обсъждане

/. Изграждане на хронологии от дървета с нормално развити стъбла и установяване на общи тенденции в растежа

За процедурите на кросдатиране и дендроекологичния анализ е от значение да се установят общите години със слаб растеж (минусови години) и със засилен растеж (плюсови години) от даден район. Те са показателни за цялостното климатично влияние. Неблагоприятните климатични условия се отразяват негативно на повечето индивиди в даден район и те образуват тесни годишни пръстени. Особено чувствителни са видове, които растат на границата на екологичният си оптимум (Fritts, 1976). Аналогично благоприятните за растеж условия предопределят образуването на широки годишни пръстени при голяма част от индивидите в даден район. Често растежа на дърветата в дадена година е в силна зависимост и от климатичните условия през предходната година.

При настоящото изследване чрез сравняване на растежните редици на отделните дървесни индивиди е установено, че общите години с тесни годишни пръстени (минусови години) са 1952, 1960, 1976, 1989 и 2000 г. Общите години с широки годишни пръстени (плюсови години) са 1954, 1959, 1970, 1981 и 1990.

От дървесните индивиди с нормални стъбла в пробни площи 2, 4, 6 и от отделни дървета от черна мура, които по-

казват добра корелация помежду си при тестове със софтуерна програма COFECNA са изградени общи хронологии. Данни за тях са посочени в табл. 2.

Ниският брой на включените дървета от черна мура се дължи на малкото участие на вида в създадените в района култури. В същото време данните за растежа му са от интерес, тъй като черната мура се среща естествено на терени със слаба алкална реакция в планините Пирин и Славянка, докато в насажденията на Витоша е засаден на почви с кисела реакция.

От данните от табл. 2 е видно, че с най-слаб среден радиален прираст са индивидите от бял бор и черна мура в пределите на склопена култура. Предполагаемата причина за по-слабия растеж на белия бор е, че той се намира на границата на температурните си изисквания и в по-голяма степен е стресиран от периоди с ниски температури. Индивидите от черна мура в рамките на склопена култура са изостанали в растежа си по височина от индивидите от бялата мура и обикновен смърч и се развиват при неблагоприятно за тях слабо осветление. Показател за това, че ниския им растеж се дължи на фактора светлина е и факта, че дървета от черна мура, които растат поединично извън склопени култури са с най-голям среден и максимален радиален прираст.

2. Особенности в строежа на годишните пръстени и значението им за дендроекологичния анализ

Установени са общо 14 категории на строеж на годишните пръстени на дървесните индивиди, които се различават от нормалния. От тях с по-голяма пов-

Таблица 2
Table 2

Общи данни за изградените хронологии от дървесни
индивиди с нормални стъблени форми
Common data for chronologies from trees with
normal stems and high correlation

Пробна площ Sample plot	Дървесен вид Tree species	Код на хронологията Chronology code	Брой проби включени в хронология Number of cores in chronology	Обхват в години Chronology span in years	Средна широчина на годишен пръстен, cm Average ring width, cm
ПП2	<i>Pinus peuce</i> Griseb.	VGVR-PP2-PIPE	15	52	0,216
ПП4	<i>Pinus sylvestris</i> L.	VGVR-PP4-PISY	13	61	0,168
ПП6	<i>Pinus peuce</i> Griseb.	VGVR-PP6-PIPE	11	57	0,250
ПП6	<i>Pinus heldreichii</i> Christ.	VGVR-PP2-PIHE	5	56	0,174
-	<i>Pinus heldreichii</i> Christ.	VGVR-FR-PIHE	6	48	0,285

торияемост и съответно значение за настоящото изследване са така наречените мразови пръстени, светлите пръстени и пръстените с реакционна дървесина.

2.7. Мразови пръстени и значението им за дендроекологичния анализ

Мразовите пръстени при иглолистните видове се разпознават по наличието на тясна ивица с повредени трахеиди и последваща ивица с усукани редици от трахеиди с включени в тях паренхимни клетки (фиг. 2, 3) (LaMarche and Hirschboeck, 1970; Stockli & Schweingruber, 1996). Счита се, че се образуват при рязък преход от много ниски към високи температури в рамките на кратък период от време, което предизвиква кавитация в проводящите тъкани (физиологична суша) или при рязък спад на температурите по време на

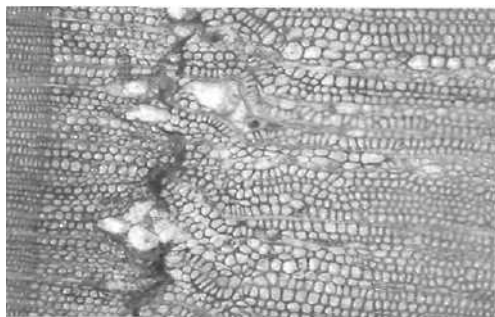
вегетационния сезон, което предизвиква измръзване на камбиалната тъкан и скоро формирани проводящи клетки. Откриват се по-често при млади дървета, които се развиват в зони с периодично влияние на ниски температури. Причината за това е, че кората им е по-тънка и осигурява по-слаба топлоизолация (Stockli & Schweingruber, 1996). В отделни случаи на климатични аномалии се образуват и при възрастни дървета. Чрез такива пръстени са установени години на големи изригвания на вулкани в минали периоди (LaMarche and Hirschboeck, 1984) на не-обичайно студени месеци през ранното лято (Hantemirov et al., 2004) и др.

В пробните площи с голяма повторяемост са мразовите пръстени, образувани през 1944 г., 1952 г., 1955 г. и 1962 г. (табл. 3 и 4). В пробни площи 1, 2 и 3 анализът е извършен в 2 срещуположни направления (източно и западно), а в пробни площи 4, 5 и 6 в едно нап-



Фиг. 2. Мразови пръстен образуван през 1952 г.

Fig. 2. The 1952 frost ring



Фиг. 3. Мразови пръстен образуван през 1962 г.

Fig. 3. The 1962 frost ring

равнение (табл. 4).

От табл. 4 и 5 е видно, че през 1952, 1955 и 1963 г. в повече от 50% от пробите се срещат мразови пръстени. В западно направление пръстените са с по-ниска срещаемост. Това може да се обясни с по-късен старт на дейността на камбиалната тъкан от сенчестите страни на дървото (Antonova and Stasova, 1993) и съответно по-малка

вероятност ст повреди при рязка промяна на климатичните условия в началото на вегетационния сезон. Впечатление прави и по-ниския процент на повторяемост на мразовите пръстени през 1962 г. в пробна площ № 4 и пробна площ номер № 5. Това най-вероятно се дължи на по-голямата възраст на насажденията и е потвърждение на данните, че ново-образуваните трахеиди и кам-

Таблица 3

Table 3

Процент проби с наличие на мразови пръстени в дадена година по западно (W) и източно (E) направление в пробните площи от горната граница на гората
Percent of samples with frost rings in lee (E) and windward (W) side cores in treeline plots (1-3)

Пробна площ № Sample plot N	Дървесен вид Tree species	1944 г.		1952 г.		1955 г.		1962 г.	
		W	E	W	E	W	E	W	E
1	<i>Pinus peuce</i> Griseb.	-	-	100	100	55	82	68	89
2	<i>Pinus peuce</i> Griseb.	-	-	76	93	55	90	95	96
3	<i>Pinus sylvestris</i> L.	33	67	100	100	91	84	64	69

Таблица 4

Table 4

Процент проби с наличие на мразови пръстени в дадена година в контролните пробни площи (№4, №5 и №6)
Percent of samples with frost rings in lee (E) and windward (W) side cores in reference plots (4-6)

Пробна площ № Sample plot N	Дървесен вид Tree species	1944 г.	1952 г.	1955 г.	1962 г.
4	<i>Pinus sylvestris</i> L.	100	92	58	29
5	<i>Picea abies</i> Karst.	-	29	-	11
6	<i>Pinus peuce</i> Griseb.	-	100	75	50
	<i>Pinus heldreichii</i> Christ.	-	100	100	100

биалната тъкан са по-податливи на повреди при по-млади дървета с по-тънка кора. Мразовият пръстен от 1944 г. не се среща в пробни площи 1, 2, 3 и 6 поради по-малката им възраст и съответната му липса в пробите.

Голямата повтораемост на мразовите пръстени позволява те да бъдат използвани като надежден признак при процедурата на точно определяне на годината на формиране на даден пръстен (кросдатиране). Това важи особено в случаите, когато част от пробата е повредена или има липсващи пръстени. Допълнителен фактор в това отношение е и характерния вид на анатомичния строеж на годишните пръстени. С най-нетипичен строеж е пръстенът от 1962 г. При него е ясно видима ивица от нормални трахеиди, след които е различима тъмна зона от смачкани клетки и последващи изкривени проводящи клетки и паренхимна тъкан (фиг. 3).

Най-вероятна причина за образуването на мразовите пръстени са резки застудявания в началото на вегетационния сезон, когато камбиалната тъкан е за-

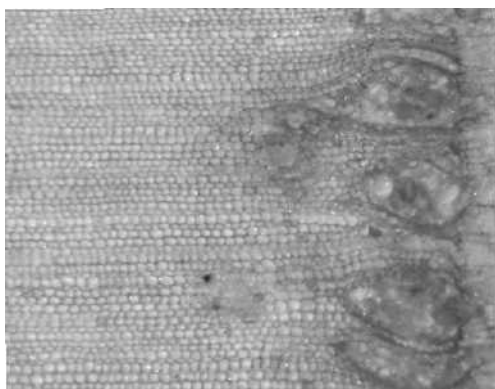
почнала да формира проводящите клетки. Анализът на метеорологичните условия в района показва, че в годините на образуването им е имало периоди с необичайно ниски и отрицателни температури. През 1944 г. в края на месец май в планините на България са отчетени отрицателни температури, съпроводени с валежи от сняг. На 24 май на вр. Черни връх температурата е паднала до -10°C . Въпреки че не са провеждани детайлни проучвания за началото на дейността на камбиалната тъкан може да се предполага, че в зоната на горната граница на гората то е свързано с окончателното стопяване на снежната покривка и трайно задържане на дневните температури над 0°C . Анализът на метеорологичните данни показва, че в нормални години това настъпва в началото на м. май. По тази причина може да се счита, че рязко застудяване в края на м. май е в състояние да повлияе на вече стартиралата камбиална дейност. През 1952 г. е наблюдавана сходна метеорологична обстановка. Втората половина на м. април и начало на м. май са били

сравнително топли с положителни температури, като това е дало възможност за стартиране на дейността на камбиалната тъкан на дърветата в района на вр. Голи връх. На 15.05.2005 г. започва рязко застудяване, като температурите в зоната на горната граница на гората често са под 0°C . Минимумът е достигнат на 18 и 19 май, като на вр. Черни връх е измерена температура от $-8,5^{\circ}\text{C}$ (18.05), а на х. Боерица $-7,9^{\circ}\text{C}$ (19.05). Застудяването продължава до края на м.май, като през този период има чести снеговалежи и се формира нова снежна покривка с височина до 50 см. Близка по характер е климатичната ситуация през 1955 г. След топлото начало на май, на 22.05 нахлува студена вълна и на 23 и 24.05 температурите падат съответно до $-8,1^{\circ}\text{C}$ и $-8,7^{\circ}\text{C}$ на вр. Черни връх, а на х. Алеко е отчетена температура от $-5,7^{\circ}\text{C}$. Застудяването е съпроводено със снеговалежи. По-особена е метеорологичната обстановка в началото на летния сезон на 1962 г. Тогава м. май е с температури в границата на нормите. В началото на м.юни над стра-

ната нахлува необичайно студена въздушна вълна, като температурите в равнините на страната падат до около 3°C , а във високите части на планините до -12°C (вр. Мусала, 07.06.1962 г.). В района на горната граница на гората на Витоша са отчетени температури от порядъка на -4°C (х. Боерица, 07.06.1962 г.). Рязкото застудяване в период на активен растеж е предизвикало измръзване на камбиалната тъкан на много от по-младите дървета и е образувана характерната ивица от деформирани клетки в годишния пръстен от 1962 г.

Изводите от анализа на климатичните обстановки кореспондират с данни от други изследвания, според които мразовите пръстени са показател за силни застудявания в началото на летния сезон (LaMarche and Hirschboeck, 1984; Hantemirov et al., 2004).

При някои дървета са наблюдавани и дефекти в края на годишните пръстени (фиг. 4). Те се изразяват в разкъсване на трахеиди и клинообразно запълване на образуваните празнини с раневи паренхимни клетки. Поради приликата на повредата с тази при типичните мразови пръстени е счтено, че причината за образуването им е същата. Годишните, в които са наблюдавани повреди в повече от две проби са 1951 г. и 1959 г. Анализът на климатичните обстановки в края на вегетационните сезони на посочените години показва нетипични застудявания в края на м.септември и м. октомври. На 06.10.1951 г. температурите в района на х. Алеко спадат до под 0°C , като най-ниската измерена е $-6,8^{\circ}\text{C}$ на 14.10.1951 г. През 1959г. има период на застудяване в края на м.септември с най-ниски температури до -9°C на вр.



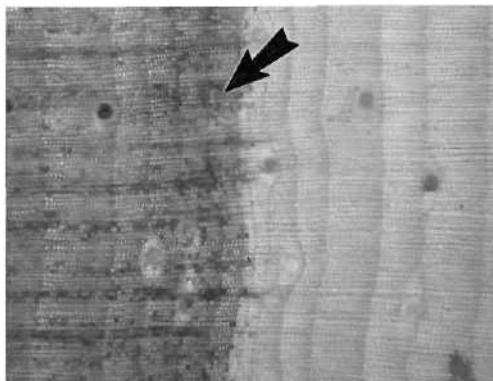
Фиг. 4. Годишен пръстен с аномалия в строежа на късната дървесина
Fig. 4. Latewood frost ring

Черни връх и -7°C на х. Боерица (30.09.1959 г.). В средата на м. октомври над България нахлува втора вълна от студени въздушни маси и предизвиква отрицателни температури от порядъка на -7°C (13.10.1959 г., вр. Черни връх) и $-5,5^{\circ}\text{C}$ на х. Боерица. Трябва да се отбележи, че в края на вегетационния сезон трахеидите са с по-дебели клетъчни стени и съответно е по-малко вероятно да се разкъсат при замръзване на вода в тях. Това може да обясни пониския процент на срещаемост на подобен тип дефекти. Възможно е пострадалите дървета да са били с относително по-тънка кора и това да е допринесло за наблюдаваните повреди. Изводите от анализа кореспондират с други изследвания, според които мразовите пръстени в късната дървесина се причиняват от необичайни застудявания в края на вегетационния сезон (Brunstein, 1996)

2.2. Пръстени с реакционна дървесина изначението им за дендроекологичния анализ

Реакционната дървесина се образува като следствие от механичен стрес или изкривяване на стъблото (Kwon et al., 2001; Duncker and Spiecker, 2004). Счита се, че образуването на реакционна дървесина е опит да бъде възстановена нормалната вертикална ориентация на стъблото. При иглолистните дървесни видове се формира от страната на наклоняване на дървото, поради което се нарича и натискова (Блъскова, 2004). Трахеидите, които образуват реакционната дървесина се различават от нормалните основно по по-голяма дебелина на клетъчните стени с по-високо съдържание на лигнин и различна ориентация на

микрофибрилите във вторичната клетъчна стена. При макроскопско наблюдение е различима чрез по-тъмното оцветяване (фиг. 5). Пръстените с реакционна дървесина са използвани често за установяване на периоди на механично влияние върху стъблата на дървесни индивиди от природни явления като лавини, свлачища, земетресения, силни ветрове и снегонатрупвания (Shroder, 1978; Carrara and O'Neill, 2003).



Фиг. 5. Годишни пръстени с реакционна дървесина (посочени) и период с рязък спад в радиалния прираст
Fig. 5. Tree rings with reaction wood and period with serious growth decrease

В настоящето изследване са маркирани следните типове пръстени с реакционна дървесина с повишена повтаряемост:

- Пръстени, в които реакционната дървесина е образувана в началото на годишния пръстен и има постепен преход към нормална дървесина. Причината за образуването ѝ е механично влияние върху стъблото след края на предишния вегетационен сезон. Най-вероятно в такива случаи наклоняването на стъблото е било леко, тъй като вертикалната ори-

ентация е възстановена сравнително бързо в началото на вегетационния сезон и в края на пръстена са образувани нормални трахеиди.

* Пръстени, в които реакционната дървесина се намира в целия годишен пръстен. Най-вероятна причина за образуването им е силно изкривяване на стъблото през предишни години или през зимния период на същата година.

В табл. 5 са посочени обобщени данни за процента на пробите, в които се среща реакционна дървесина в целия годишен пръстен за период над 1 година. Той е сравнително висок при дървета с нарушени стъблени форми (фиг. 6 и 7) в пробни площи 1 и 2. Реакционната дървесина се среща в по-голяма сте-

пен от страната на наклоняване на дървото (подветрена), тъй като това е опит на индивида да възстанови вертикалната си ориентация (табл. 5). В пробни площи 4, 5 и 6 се срещат единични пръстени с реакционна дървесина. При повредените дървета от бял бор в пробна площ 3 в резултат от нараняванията не са формирани пръстени с типична реакционна дървесина. При тях се наблюдава наличие на уголемени смолни канали и разливи на смола в проводящите клетки в 29% от пробите в източно и 35% в западно направление.

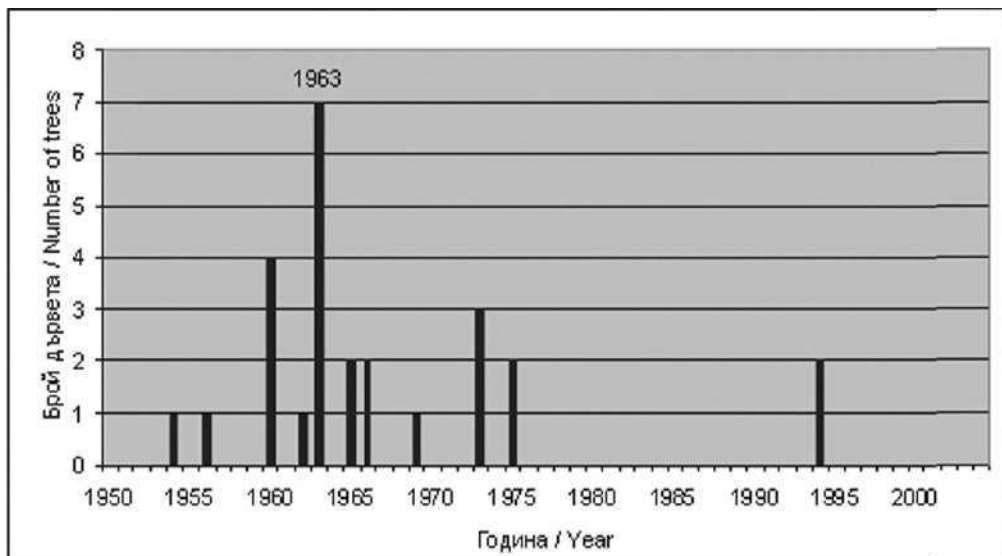
Наблюдава се зависимост между годините, в които голям брой дървета са образували реакционна дървесина в целия пръстен за период над една година и общото количество на валежите за зимния период (от м. декември до м. март). В двете пробни площи в култури от бяла мура, които се намират на границата на гората с платото Капакливец има повишен брой дървета с реакционна дървесина през 1963 г. (фиг. 7 и фиг. 8). Това е период с рекордно количество зимни валежи. През 1963 г., 1966 г. и 1970 г. те са около 700 mm, което е два пъти по-голямо от средните за зимния период 340 mm.

Най-вероятно големите количества сняг в началото на 60-те години и свързаните с това по-големи снегонавявания са предизвикали изкривяване на значителна част от дърветата в зона, започваща на около 15 m зад началото на културите (Панайотов, 2005). В последващите вегетационни сезони тези дървета са образували реакционна дървесина от страната на из-

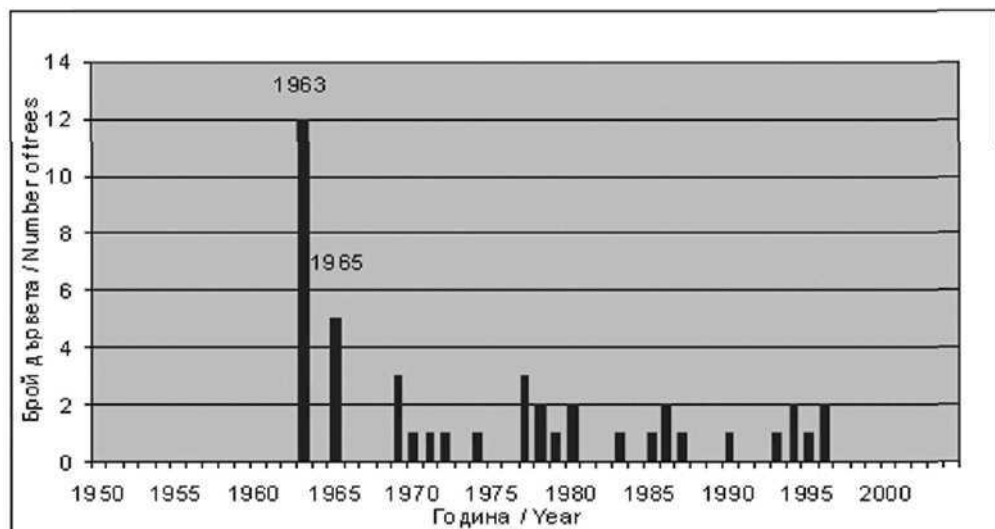


Фиг. 6. Пречупвано дърво от бяла мура в пробна площ №2

Фиг. 6. Broken Pinus peuce tree in sample plot N2



Фиг. 7. Брой дървесни индивиди с реакция в пробите от източно (подветрено) направление в пробна площ 1
Fig. 7. Number of trees with reaction wood in the whole tree ring in Eastern side (Lee) direction in sample plot N1



Фиг. 8. Брой дървесни индивиди с реакция в пробите от източно (подветрено) направление в пробна площ 2
Fig. 8. Number of trees with reaction wood in the whole tree ring in Eastern side (Lee) direction in sample plot N2

кривяването в опит да възстановят нормалната си вертикална ориентация. При някои от тях през следващи зими натрупването на големи количества сняг върху наклонените стъбла е предизвикало пречупването им или повторно огъване,

Реакционна дървесина само в началото на годишния пръстен са формирали сравнително малко (5) дървета в пробна площ 2. Прави впечатление, че този тип пръстен се среща в рамките на първите 10-15-годишни пръстена - т.е. при диаметър на стъблото на гръдна височина до около 6-7 cm. Твърде вероятно е да са формирани като резултат от наклоняване на върхната част на младите дървесни индивиди от натрупване на сняг и скреж през зимния период. Това явление е наблюдавано често при теренни обходи в зоната на горната граница на гората на Витоша и Пирин.

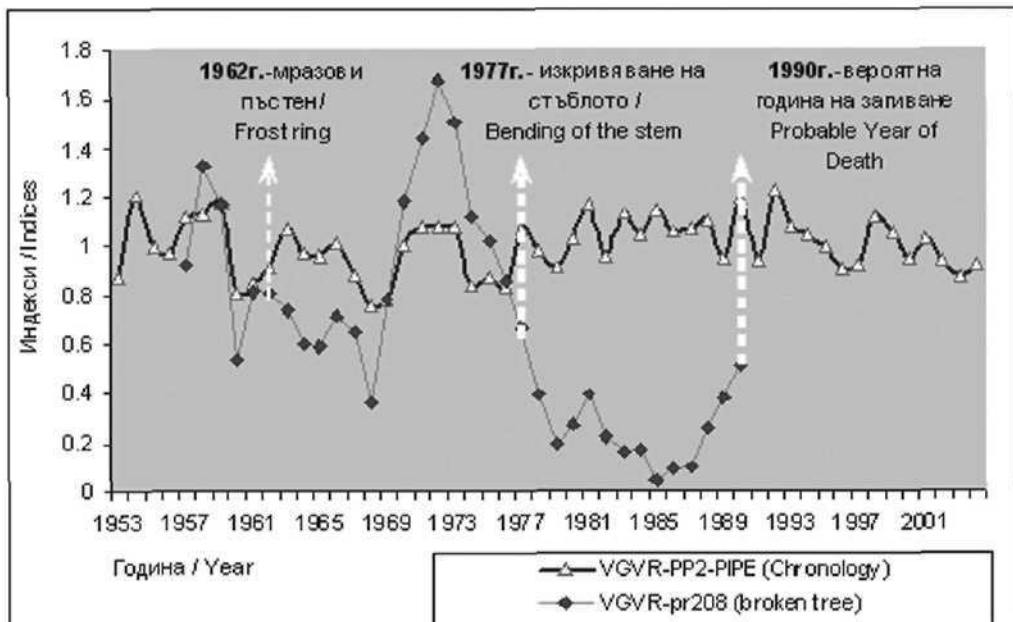
2.3. Липсващи и много тесни годишни пръстени из значението им за дендроекологичния анализ

В определени случаи е възможно дървото да формира изключително тесен пръстен или да не успее да формира годишен пръстен. Това е резултат от изключително неблагоприятни условия за растеж и липса на вещества за изграждане на тъкани. Подобни ситуации са типични за дървета, растящи при сурови климатични условия в зоната на горната граница на гората, при загуба на голяма част от короната в следствие от пречупване на стъблото, при разкъсване на корени и др. (Schweingruber, 1996).

Установяването на периодите на рязко спадане на радиалния прираст е от

съществено значение за дендроекологичния анализ. На фиг. 9 е даден пример за установяване на годината на изкривяване на дърво от пробна площ № 2 и датиране на вероятната година на загиване. Периода на сравнително нормален растеж на индивида е кросдатиран с общата хронология за пробната площ по общи тенденции в прираста (общии минусови и плюсови години) и по характерния анатомичен строеж на мразовия пръстен от 1962 г. Годината на изкривяване на стъблото е установена чрез рязкото спадане на радиалния прираст през 1977 г. в противоположност на възхода при дърветата с нормални стъбла. Поради липсата на ясно сходство в тенденциите на растеж между общата хронология и редицата от последните години от живота на деформираното дърво не е сигурно дали в този период при него няма липсващи пръстени и поради това годината на последния формиран пръстен е предполагаемата година на загиване.

При анализа на взетите проби от дървета с деформирани стъбла от пробни площи 1, 2 и 3 е установено, че повечето (85%) от тях имат ясно определени периоди на сериозен спад в растежа и образуване на много тесни пръстени. Някои от индивидите не са успели да формират един или повече пръстени а такива ситуации и следователно имат „липсващи пръстени“ в растежните си редици. Липса на годишни пръстени е наблюдавана при 9 от дърветата с повредени стъбла в пробна площ № 1, 7 в пробна площ № 2 и 9 в пробна площ № 3. Всичките проби с липсващи пръстени са от дървета с пречупено или много силно изкривено основно стъбло (фиг. 6).



Фиг.9. Датиране на годините на изкривяване и загиване на дървесен индивид чрез сравнение с обща хронология

Fig.9. Dating the years of stem bending and death of a tree by comparison with site chronology and crossdated frost rings

2.4. Светли пръстени и значението им за дендроекологичния анализ

Пръстените с липса на оцветяване на късната дървесина са известни като „светли пръстени“ (Schweingruber, 1996). Счита се, че причината за образуването им са ниски температури в края на летния и началото на есенния сезон (Gindl, 1999; Hantemirov et al., 2004). Те предизвикват забавен растеж в този период и възпрепятстват процесите на отлагане на лигнин и дъбилни вещества в трахеидите. При настоящето изследване е установена повишена повторяемост на светли пръстени през 1976 г. при проби от бял бор. В пробна площ номер № 4 се сре-

ща в 13 от взетите проби, което е 87% от изследваните дървета. В пробна площ № 3 такъв пръстен е ясно различим само в 2 проби, но трябва да се отбележи, че 5 дървета не са образували годишен пръстен през тази година. Като основна причина за образуването на светъл пръстен през 1976 г. може да се счете факта, че това е годината с най-ниската средна температура за периода от м.юни до м.август на вр. Черни връх от 1936 г. до момента. Връзката между повторяемостта на образуване на светъл пръстен при дърветата от бял бор и студеното лято е допълнително потвърждение на предположението, че в културите в района на горната граница на гората на Витоша този дървесен вид расте при неблагоприят-

но ниски за него температури и съответно е с повишена чувствителност към периоди с ниски температури.

В проби от бяла мура, черна мура и обикновен смърч светъл пръстен през 1976-та година са открива в пробите от 2 до 3 дървета на пробна площ. В същото време пръстенът се наблюдава често в проби от горната граница на гората от Бъндеришката долина на Пирин планина. Това е показател, че тези видове също образуват светли пръстени при неблагоприятни температурни условия през летния сезон и че културите в района на хижа Алеко вероятно се развиват при сравнително благоприятни за видовете термични условия.

Изводи и заключения

От посочените резултати могат да се направят следните по-важни изводи:

1. Явления на необичайно ниски температури в началото и края на вегетационния сезон могат да предизвикат анатомични изменения в дървесината на иглолистни видове от горната граница на гората. За района на хижа Алеко годините с аномалии в строежа на ранната дървесина (мразови пръстени) са 1944 г., 1952 г., 1955 г., и 1962 г. Годините са аномалии в строежа на късната дървесина са 1951 г. и 1959 г.

2. Пръстените с липса на оцветяване на късната дървесина (светли пръстени) са показател за петни периоди с по-ниски от нормалните температури. За района на горната граница на Витоша такъв тип пръстен е формиран при голям брой дървета от бял бор (*Pinus sylvestris* L) през 1976 г.

3. Установените години с нетипичен

анатомичен строеж (мразови пръстени и светли пръстени) могат да се използват като надежден признак в процеса на кросдатиране на проби при дендроекологични анализи.

4. Екстремните климатични прояви в зоната на горната граница на гората могат да имат дълготрайно негативно влияние върху развитието на отделни индивиди. За района на хижа Алеко на Витоша това са големите снегонавявания, които са пряко свързани с обилни снеговалежи и периоди със силни ветрове. Те предизвикват изкривяване и пречупване на стъблата на отделни дървесни индивиди, сериозен спад в радиалния прираст и образуване на реакционна дървесина в годишните пръстени,

5. С помощта на дендроекологичните методи може да се получи информация за влиянието на екологичните фактори и тяхни екстремни прояви върху растежа и развитието на дървесните индивиди. По този начин могат да се възстановят минали събития, за които няма документирана информация.

Литература

1. Блъскова, Г. 2004. Дървесинознание. София, с. 287.
2. Векилска, Б. 1966. География на снежната покривка на Витоша. Годишник на Софийския Университет, том 60, кн. 2, География, 1966: 73-101.
3. Даков, М., И. Добринов, А. Илиев, В. Донов, Ст. Димитров. 1980. Повишаване горната граница на гората. Земиздат. 218,
4. Марков, П. 1927. Залесяването на Витоша. Български турист, бр. 1.
5. Мирчев, С, М. Любенова, А.

Шикаланов, Н. Симеонова. 2000. Дендрохронология - кратък курс. София, с. 198.

6. Панайотов, М. П. 2005. Влияние на силни ветрове и снегонатрупвания върху растежа и развитието на култури от бяла мура (*Pinus peuce* Griseb.) в зоната на горната граница на гората на Витоша планина, Сборник доклади от Национална научна конференция "Млади учени' 2005", ЛТУ-София, 17-18.05.2005, 32-40.

7. Стефанов, Б. 1939. Растителната покривка на Витоша като обект за отглеждане, опазване и използване. Годишник на Софийския Университет, Агрономо-лесовъден факултет, т. XVII, кн.2, 225-256.

8. Юруков, С. 2003. Дендрология. София, с. 212.

9. Antonova, G.F., V.V. Stasova. 1993. Effects of environmental factors on wood formation in Scots pine stems. Trees - Structure and Function, Vol.7, No.4, 214-219.

10. Brunstein, F.C. 1996. Climatic Significance of the Bristlecone Pine Latewood Frost-ring Record at Almagre Mountain, Colorado, USA. Arctic and Alpine Research, Vol.28, No.1, 65-76.

11. Carrara, P. E., J.M. O'Neill. 2003. Tree-ring dated movements and their relationship to seismic events in southwestern Montana, USA. Quaternary Research 59, 25-35.

12. Cook, E. R. 1985. A time series analysis approach to tree ring standardization. PhD Dissertation. University of Tucson, USA, p. 183.

13. Cook, E., A. Kairiukstis - editors. 1990. Methods of Dendrochronology. Kluwer Academic publishers, p. 391.

14. Duncker, P., H. Spiecker. 2004. Compression wood formation and pith

eccentricity in *Picea abies* L. depending on selected site-related factors: Detection of compression wood by its spectral properties in reflected light, Proceedings of TRACE 2004 Conference, April 22nd-24th 2004, Birmensdorf, Switzerland.

15. Fritts, H. C. 1976. Tree Rings and Climate, Academic Press, London, p. 567.

16. Gindl, W. 1999. Climate significance of light rings in timberline spruce (*Picea abies*) in Austrian Alps. Arctic, Antarctic and Alpine Research, Vol.31, No3, 242-246.

17. Hantemirov R.M., Gorlanova LA., Shiyatov S.G. {2004}. Extreme temperature events in summer in northwest Siberia since AD 742 inferred from tree rings. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 209 (1-4). 155-164.

18. Holmes, R. L. 1983. Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement. Tree-Ring Bulletin 43, 69-78.

19. Hutchinson S., L. Daniel. 2003. Inside Arcview GIS 8.3. Thomson Delmar Learning, p. 510.

20. Kwon, Mi, Bedger, D., Piastuch, W., Davin, L., Lewis, N.(2001). Induced compression wood formation in Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*) in micro-gravity, Phytochemistry 57,847-857.

21. LaMarche Jr., V.C., Hirschboeck, K.K., (1984). Frost rings in trees as records of major volcanic eruptions. Nature 307, 121-126.

22. Schweingruber, F. 1996. Tree Rings and Environment. Dendroecology, Vienna, 602.

23. Shroder, J. F. 1978. Dendrogeomorphological analysis of mass movement on table cliffs plateau, Utah. Quaternary Research -185.

24. Stockli, V., F. Schweingruber. competition, frost, and water stress on tree growth, size and survival, Basel, 1996. Tree rings as indicators of ecological processes: the influence of 1996, p. 92.

DENDROECOLOGICAL ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF EXTREME CLIMATE EVENTS

Momchil Panayotov

University of Forestry - Sofia

UDK 05.12.2005

Received 05.12.2005

Summary

In this paper studies on treeline plantations from Vitosha mountain in Bulgaria are presented. They have been created in the 40-s of the 20-th century as an attempt to speed up the process of restoration of coniferous forests that were destroyed in the middle ages. At the present moment the state of some of the plantations shows, that they have been seriously influenced by climatic events. Many of the trees have broken or bent stems. In some of the forests there can be observed zones with high mortality. Since there are no periodical observations from the past, in order to answer the questions about what natural events might have influenced most seriously the forests we have chosen to use denroecological methods that allow the restoration of events. Growth curves and anatomical structures of tree rings from trees with normal and damaged stems have been analyzed. The results show that sudden temperature decreases below 0°C at the end of May and beginning of July have caused formation of frost rings in 1944, 1952, 1955 and 1962. The unusually cold summer of 1976 is the probable reason for the presence of light rings in many of the *Pinus sylvestris* trees. Bending of the stems has caused production of reaction wood from the side of the bending while breakage have caused sudden growth decreases and missing rings. Such events were related with periods with big snowfalls. Many of the trees have been initially damaged in 1963, which was the first Year in a period with very high winter precipitation.