

## TÁJVÁLTOZÁS VAGY KLÍMAVÁLTOZÁS? - TÖPRENGÉSEK EGY TÁTRAI TÁJKÉP KAPCSÁN (1850-2005)

DEMETER GÁBOR<sup>1</sup> – NOVÁK TIBOR<sup>2</sup> – NÉGYESI GÁBOR<sup>2</sup>

### Investigating climatic and environmental changes in the High Tatras (1850-2000) based on historical paintings and postcards

This study aims to investigate the shift of vegetation cover referring to the interference of grazing and long term climatic-changes on the example of High Tatras. Using a realistic source, the pictures painted by Thomas Ender in the 1850s, compared with recent photos on the same area, we tried to reproduce the shift of vegetation zones and – by using mapping techniques – to assess the role of warming and landuse beyond this phenomenon. Results show that an average 100-200 m upward creep can be observed in case of *Pinus mugo* around Zelené pleso, that refers to a 1°C increase in yearly average temperature.

Módszertanát tekintve a történeti földrajznak két nagy irányzata különíthető el. A történeti módszerekkel vizsgált földrajzi kérdések éppúgy történeti földrajz tárgykörébe tartoznak (pl. környezettörténet), mint a földrajzi módszerek alapján (is) vizsgálható történeti kérdések (pl. gazdaság- és térszerkezet, demográfia, migráció, asszimiláció).<sup>3</sup> A következőkben az előbb említett megközelítést alkalmazva a tájhasználat- és klímaváltozás kevésbé ismert – nem írott, hanem festett – történeti forrásaira szeretnénk felhívni a figyelmet egy XIX. századi magasztátrai tájkép kapcsán.

A táj- és klímátörténeti kutatásokat korlátozza (a) az adatok – időben visszafelé haladva egyre jobban érvényesülő – korlátozottsága, pontszerűsége, (b) a képi-térképi ábrázolások léptéke, (c) valóság-hűsége (szimbolikája vagy éppen generalizáltsága), (d) kis időbeli terjedelme, és hogy (e) – ebből következően – a vizsgálni kívánt folyamat időbeli terjedelme meghaladja a rendelkezésre álló adatokét. A 19. századi térképek<sup>4</sup> például már pontosak, de léptékük, felbontásuk (részletességük) miatt korántsem alkalmasak kisebb léptékű változások kimutatására (egy 1:25000-es léptékű katonai térképen az 1 mm-es vonalvastagság 25 m-nek felel meg a valóságban). A tagosítási térképek megjelenéséig legfeljebb az erdőterületek kiterjedésének változása mérhető (a vetületbe illesztés korlátai, illetve az 1. katonai felvételezés vetületi rendszerének hiánya miatt az is pontatlanul, csak lokálisan), míg az 1850

<sup>1</sup> MTA BTK TTI.

<sup>2</sup> DE, Földtudományi Intézet

<sup>3</sup> Ráadásul történeti adatok alapján egyaránt vizsgálhatók természet- és társadalomföldrajzi jelenségek (tehát nemcsak a társadalomföldrajzra korlátozódik a történeti módszerek hatóköre). S fordítva, természetföldrajzi jelenségek és módszerek ugyanúgy segíthetnek társadalmi folyamatok azonosításában, rekonstrukciójában, mint a társadalomföldrajzi sajátosságok. A Mária Terézia korabeli 9 pontos kérdőív alapján például lehetséges egy-egy térség erózió és árvízi veszélyeztetettségének vizsgálata. Az úrbéri viták során a jobbágyvállomásokból településszinten (országosan) rekonstruálható a teleknagyság 1780 körül, miként a termőföld minősége is. Ez aztán összevethető a Fényes Elek féle minősítéssel (Magyarországnak s a hozzá kapcsolt részeknek állapota... 1836-), így a telekaprozódás és földminőség változása is követhető 1848-ig. Az 1850 utáni (pontos) kataszteri térképek nemcsak a tájhasználat módjára utalnak (<http://mapire.eu/hu/maps/>), de az eróziós árkok hosszának növekedésére is következtethetünk róluk (EOV-térképekkel összevetve). A katonai felvételezéseket egymásra helyezve a deráziós-eróziós völgyformálódás váltakozása figyelhető meg, melynek klimatikus és tájhasználatbeli okai egyaránt lehetnek (elszántás). Az erdőterületek kiterjedésének változásával a tájhasználatban bekövetkező változások és a mikroklimatikus viszonyok átalakulására egyaránt következtethetünk. A jobbágyvállomásokból társadalomföldrajzi jelenségekre is következtethetünk: rekonstruálható a korabeli piacok vonzáskörzete, idénymigrációs sajátosságok is.

<sup>4</sup> Mint a tájábrázolás derivatívumai.

után készült tagosítási térképekkel már a dűloutak változása, de a felárkolódás is mérhető. Ennél finomabb változások – mint például a növényzeti övek néhány 10 méteres vertikális eltolódása – kevéssé kimutathatók. Ilyen jellegű regionális összehasonlításokra csak a légifotók, majd a műholdfelvételek terjedésével, tehát az utolsó 50 évben nyílik lehetőség. A fotográfia – a képeslapok – segítségével ugyan az utóbbi száz év változásairól is képet kaphatunk, de egyrészt ez csak pontszerű, lokálisan érvényes következtetések leszűrésére nyújt lehetőséget, másrészt több folyamat, így pl. a klíma trendszerű változása ennél nagyobb időintervallumot ölelhet fel, korábbra nyúlik vissza. A fotográfia a 19. század első felében viszont még alkalmatlan volt a valóság rögzítésére. Ebben ekkor még a festészet volt a vezető szerep. A 18. század végén, 19. század elején önálló irányzattá váló tájképfestészetnek több vonulata volt.<sup>5</sup> A műteremből a természetbe kilépő festők egy része ekkor valóban a valóságot festette, úgy ahogy látta, azaz dokumentálta azt.<sup>6</sup> Nem véletlenül vittek magukkal a felfedező rajzolókat és festőket, mint az már Cook expedíciójánál is történt. A természeti jelenségek megragadása, egzotikus állatok, növények rajza mellett feladatuk a helyszínek beazonosításában (pl. kikötésre alkalmas öböl) is jelentős volt. A másik csoport akár a szín- és fényjáték, akár a hangulat megfestése, akár technikai bravúrok vagy érzelmi töltet hozzáadása érdekében eltért a valósághű ábrázolástól – a historizáló romantikusok, majd az impresszionisták elődei, inspirálói.

Thomas Ender tevékenysége az első csoportot képviselte, hiszen úti- és tájképfestőként mindig a valóság megragadása volt a célja – a kor dokumentumfilmésének fogható fel. Mint ilyen, nagy tapasztalatokkal bírt, ikertestvérét már gróf Széchenyi István is útitársául választotta keleti utazásán (1819-21). Ender a bécsi akadémia nagydíját 1816-ban nyerte el, Brazíliából több, mint 1000 festménnyel tért vissza 1817-ben, s 1829-től professzor volt a Bécsi Képzőművészeti Akadémián. 1831-ben ikertestvére festette meg a Magyar Tudományos Akadémia allegóriáját – klasszikus akadémikus stílusban.<sup>7</sup> *Thomas Ender életműve a kezdetektől az utolsó periódusig azonos színvonalat, alig változó, józan természetlátásra alapozott tájképi előadásmódot képvisel... A múlt lerombolt emlékei között nem "borong néma homály", a geológiai objektumok szépek, a faragott kövek mind meghatározott korra utaló történeti tárgyak, magasba szöknek a várfalak, de önmagukon kívül nem beszélnek semmiről...*<sup>8</sup>

Ender tátrai tanulmányútja során is ugyanígy járt el, így művei alkalmasak a tájhasználat változásának vizsgálatára.<sup>9</sup> A Magas-Tátrában lévő Zöld-tó környékének 1850 körül készült ábrázolásán feltűnő, hogy Ender alig rajzolt növényeket (1. ábra). Márpedig a 2006-ban

<sup>5</sup> A tájfestészetben Szinyei Merse Anna szerint a következő irányzatok különíthetők el: ideális táj, romantikus táj, naturalizmus, realizmus, plen-air, impresszionizmus, expresszionizmus, szürrealizmus. Az ideális táj festői között viszont ugyanúgy voltak valóságos tájat megjelenítők, akik az ideális tájat egy már létezőben vélték megtalálni, mint a táj megkonstruálására igyekvők. Ender a szakirodalom szerint a valóságot igyekezett visszaadni (9. lábjegyzet): <http://www.hung-art.hu/vezetes/tajkepek/index.html>

<sup>6</sup> Ugyanez a forrás- és valóságközpontú irányzat az akadémikus történetírásban is elterjedt, gondoljunk Ranke „wie es eigentlich gewesen” mottójára.

<sup>7</sup> [http://ender.mtak.hu/index\\_h3.html](http://ender.mtak.hu/index_h3.html)

<sup>8</sup> [http://ender.mtak.hu/index\\_h3.html](http://ender.mtak.hu/index_h3.html). Mednyánszky László is tőle tanulta a tájfestészetet.

<sup>9</sup> “Thomas Ender tájképeit a pontos megfigyelés, a hű természetábrázolás, finom rajz jellemzi. Méltán írta Waldstein az ajándékozó levélben, hogy Ender „tájműveit... ritka járatossággal ecseteie...”. A felvidéki akvarelleket Ender késői műveinek kell tekintenünk, bár művészi felfogása és technikája az évek teltevel nemigen változott. Az épületeket, a városok omladékait, a hegyek alakját és takarásait pontosan ábrázolta. A látképen távolból is felismerhetők a város tornyai, nevezetes épületei, a lapályon a falvak és a fasorok, s a Tatra csúcsainak jellegzetes alakja; ugyanakkor a közeli kövek és bokrok elnagyoltak, mert itt nem lényegesek. Ezeken az akvarelleken a művész nem egyszer festetlenül hagyott ceruzával felvázolt részleteket: egy-egy emberalakot, szekeret, juhokat vagy egy vaskorlát finom rajzolatát. A színekkel és a fényekkel — úgy tűnik — tartózkodóan bánik; ez talán a vízfesték lehetőségeiből is adódik. Nem mutat többet, mint amit lát: a hajnali Tatra halvány rózsaszínét, a Zöld-tó mély színeit...” Rozsondai B.: A Waldstein-gyűjtemény és az adományozó Waldstein János. In: Fekete Gézné (szerk.): Örökségünk, élő múltunk. Gyűjtemények a Magyar Tudományos Akadémia Könyvtárában. A MTAK közleményei 37. Budapest, 2001.

készült panorámakép alapján (3. ábra) a tó mögött a törpefenyő elterjedésének lehetünk tanúi. A növényzeti öv vertikális eltolódása fényképekről közvetlenül nem, de a tūristatérkép digitalizálásával, egy 3D modell elkészítésével és az 1850-2006 közötti állapot különbségeinek ráfeszítésével már megmérhető. *A törpefenyves elterjedésének határa közti különbség a két időpontban átlag 100-200 m.*

*Kérdéses, hogy a fenti folyamatot a tájhasználatban bekövetkező, vagy klimatikus folyamatok okozták?* A növényzeti öv határvonalának vertikális eltolódását megmérve elméletileg megbecsülhető a felmelegedés mértéke (hegyvidéken a hőmérséklet 100 méterenként 0,5-0,6 °C-kal csökken, ez határozza meg a vertikális zonációt), amennyiben más zavaró tényező nincs jelen. Ezt azonban a Zöld-tó környéki táj esetében egyáltalán nem állíthatjuk. A történeti térképek összevetése alapján a Tátrában és közvetlen előterén 1772-1990 között 1772-ben volt a legnagyobb az erdőállomány (33%) és ekkor a legkisebb a legelők és cserjések aránya. 1822-re az erdőállomány 10%-kal csökkent, a legelők részesedése 20% fölé nőtt. A korrespondencia-vizsgálatok szerint az 1822-ben legelőnek klasszifikált területek zöme erdőkből alakult ki (a 7400 ha növekményből 5500 ha). A tágabb térségben a legeltetés korai jelentőségére utal Kézsmárk eredeti neve – sajtpiac – is. 1900-ig az erdőterület csak 3%-kal nőtt, 1956-ra viszont a legelők elterjedése 9% alá esett vissza: 1822-1900 között a cserjés területek méretének felét a felhagyott legelők okozta növekmény tette ki (Boltižiar – Olah, 2010).

Mivel a legeltetés csúcspontját a szerzők statisztikai adatok és térképi összesítések alapján az 1815-1822 közötti időszakra teszik, amely alig harminc évvel előzi meg Ender festményeit, így sajnos nem állapítható meg, hogy az 1. ábrán szereplő „kiindulási” tájkép kialakulása mennyiben tükrözi a legeltetés eredményét, illetve mennyiben természetes. A legeltetés és a klímaváltozás hatása 1850 után feltételezhetően *interferált* és egymás hatását gyengítette, de vajon elkülöníthetők-e egymástól *térben, időben vagy magnitúdójukat* illetően? Vannak ugyan elképzelések arról, hogy a törpefenyves erdőhatár (1500 m) feletti terjedése klimatikus eredetű, - amelyet a kitétség, lejtőszög, és mikroklimatikus tényezők szintén erősen módosíthatnak - az erdőhatár alatti térfoglalása viszont a legeltetés felhagyásának köszönhető, de ez hipotetikus (Solár, 2013). Ender Zöld-tavat ábrázoló festményein is láthatók nyájak, azaz a legeltetés hatásaival az erdőhatár felett is kalkulálni kellett (a Zöld-tó az 1550 m-es erdőhatár felett fekszik ma is), így a törpefenyves terjedése a legeltetés felhagyásának is lehet az eredménye. Egy 1931-es tátrai útikönyv beszámol arról, hogy a Zöld-tó környékén ekkor is folyamatos volt a törpefenyő-irtás, a közelben lévő gyantagyár működése miatt (August, 1931). A Zadné Međodoly térségében, pár km-re innen több száz juh és marha legelt. Itt a rézbányászat miatt szintén volt erdőirtás a 18. század végén is. Svájci modellek alapján a recens visszaerdősülés zöme az erdőhatár alatt 300 m-en belül fekvő zónában jelentkezik, s csak a változások 10%-a köthető az erdőhatár feletti részekhez. Ennek is nagy része sűrűsödés, horizontális kiterjedés, s csak kis hányada jelenti a növények magasabb régiókba húzódását. Ez utóbbi változás viszont egyértelműen klimatikus eredetű (Švajda, 2008; Gehrig-Fasel et al., 2007). A Zöld-tó éppen az erdőhatár felett található, ráadásul a *Pinus mugo* vertikális terjedése igen jelentősnek mondható, tehát a klimatikus hatások sem zárhatók ki.

Éppen ezért megkíséreltük más vizsgálatokkal összevetni és ezek alapján interpretálni a képeken látható változásokat. A területhasználat változásához felhasznált katonai térképek felbontása nem teszi lehetővé az erdőhatár, illetve a *Pinus mugo* elterjedésének pontos megállapítását (így referenciapontként való használatát), a fenti statisztika egy 50 ezer ha kiterjedésű területre igaz, mely magában foglalja a hegységen túl a Poprádi-medencét is. Jó felbontású légifotók, műholdképek csak 1965-től állnak rendelkezésre. Mivel a legeltetés a magashegységi régióban szintén 1965-től tiltott, így a zavaró hatás megszűntével bekövetkező növényzeti *változásokért a klíma és a természetes szukcesszió egyaránt felelőssé tehető, de*

immár nem egymás hatását lerontó tényezőként, hanem szinergikus hatást eredményezve. Vajon elkülöníthető-e ebben az esetben a két tényező? E korszak ugyanis jóval adatgazdagabb a korábbi évszázadhoz képest.

Általános felfogás szerint a magashegységek vizsgálata a klimatikus behatás számszerűsítése szempontjából jóval kedvezőbb lehetőségeket biztosít a sík területekhez képest (Beniston, 2003; Beniston & Rebetez, 1996). Klímaindikátornak az erdőhatár és a reliktumfajok elterjedésének változását tekintik. A *Pinus mugo* terjedése más habitatok rovására a klimatikus zavarás jó indikátora a szakirodalom szerint. (A törpefenyő szaporodása ugyanis leginkább a talaj és a levegő hőmérsékletének függvénye). Theurillat & Guisan (2001) szerint a magashegységi erdei ökoszisztémák az 1,5-2 °C-ot meghaladó klímaváltozást már nem tudják tolerálni. Szlovákiában 1881-2007 között 1,7 °C-os hőmérséklet növekedést és 24 mm csapadékcsökkenést mutattak ki. (Lapin et al., 2005, 2009), amely tehát eléri a rendszer toleranciaszintjét. A Magas-Tátrában 1901-2005 között szintén növekvő átlaghőmérsékletet mértek (Solár-Janiga, 2014). A terület délies kitétsége miatt itt a klíma indukálta változások könnyebben érvényesülnek (meredek lejtőn nagyobb a napsugarak beesési szöge), mint a nagyobb pufferekapacitással bíró árnyékos északi lejtőkön (a hóhatárban 500 m-es különbség is lehet, 1800 és 2300 m!).

Solár (2013) számításai szerint a Tátrában 1965-2005 között a *Pinus mugo* terjedése évi átlag 0,4%-os borítottság-növekedésnek felelt meg. Térbeli és időbeli mintázata azonban sajátos: 1965-1985 között az 1550 m-es erdőhatár alatti, ezt követően az erdőhatár felett (és jóval meredekebb) területeken dominált a törpefenyő előretörése. Figyelembe véve a hőmérsékleti devianciák gyakoriságának eloszlását, illetve a kiindulási hipotézist, miszerint az erdőhatár alatti szukcesszió a legeltetés felhagyásának következménye, az utolsó 20 évben a *Pinus mugo* előretörése bizonyíthatóan klimatikus eredetű, míg 1965-1985 között a legeltetés felhagyása is fontos szerepet játszott az előretörésében. Mivel az elmúlt 50 évben meteorológiai mérések szerint a Magas-Tátra magasabb területein a hőmérséklet 0,7 fokkal nőtt, az alacsonyabb területeken pedig 1,4 fokkal, ez a – vertikális zonációra jellemző 100 m = 0,5 °C alapján a törpefenyő felső elterjedési határának 100 – 120 m-es eltolódását okozhatja a legeltetés abbamaradásának szinergikus hatása nélkül is. Ender képein (1. ábra) és a panorámafotón mért különbség viszont kétszer ennyi (2-3. ábra). Vajon a növekedés másik feléért a legeltetés (ill. felhagyása) lenne felelős? Milyen hatással volt a klíma a törpefenyvesekre 1965 előtt? Ha a Szlovákia egészére 1880-tól számított 1,7 °C-os hőmérséklet-növekedést a Tátrára is érvényesnek tekintjük, akkor a *Pinus mugo* 1850-2007 közötti vertikális kiterjedése akár teljes egészében a klíma számlájára lenne írható (a tényleges növekedést meg is haladja a potenciál), miközben a legeltetés szerepéről továbbra is csak az a megállapítás tehető, hogy 1965 előtt a törpefenyő terjedése terjedése ellenében hatott.

1. táblázat. A hőmérséklet változás és a tájhasználat hatása a (felső) erdőhatár elhelyezkedésére a Tátrában

Periódus	Hőmérséklet változása	Hőmérséklet változása	Növényzeti takaró eltolódása	Területhasználat hatása a növényzeti övek eltolódására	Klíma hatása a növényzeti övek eltolódására	Kumulatív hatás az erdőhatár eltolódására
1850-1880				negatív	semleges	csökken
1880-1920	1,7 °C hőmérséklet növekedés Szlovákiában	(1 °C hőmérséklet-növekedés –lásd lent)	a <i>Pinus mugo</i> felső elterjedési határának 200 m-es vertikális elmozdulása = kb. 1 °C-kal ekvivalens	negatív	pozitív	stagnál
1920-1965				pozitív	pozitív	nő
1965-1985		0,7 °C hőmérséklet növekedés a Tátrában		pozitív	pozitív	nő
1985-2005				semleges	pozitív	nő

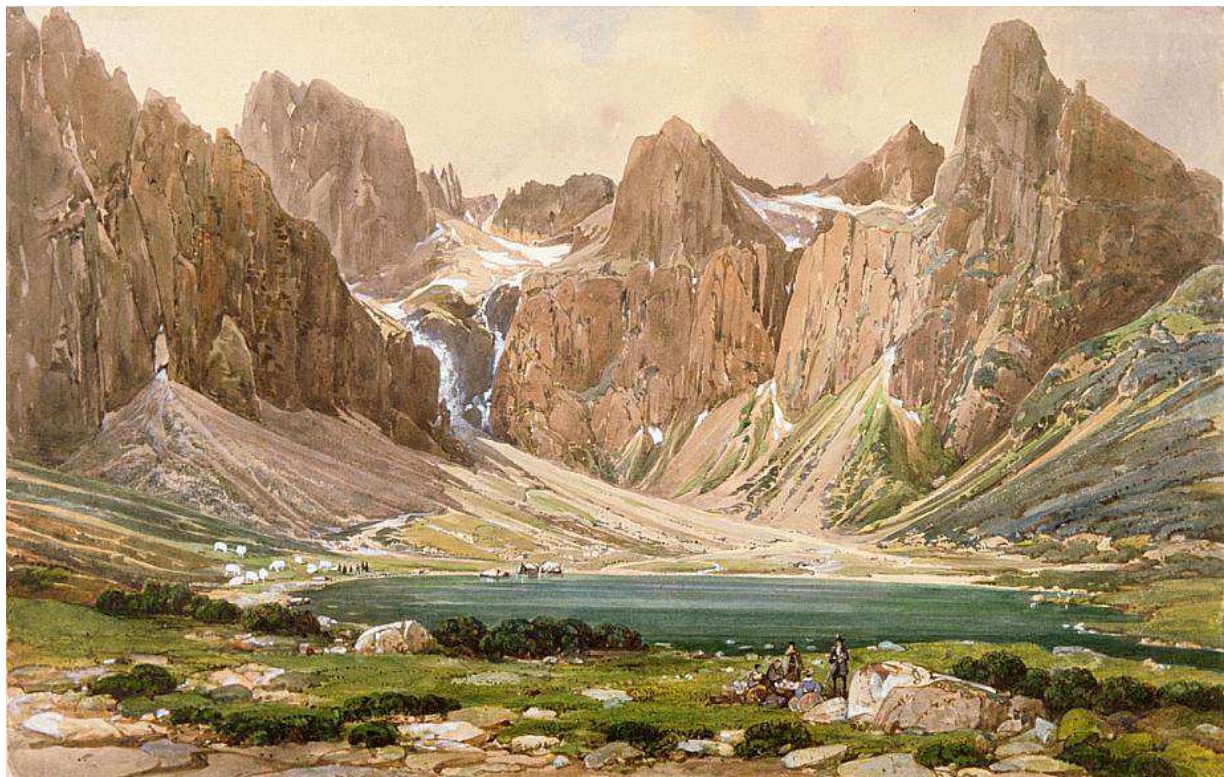
Adatok a szövegből.

Ezek után a folyamat rekonstrukciójában két módszer lehet segítségünkre: (1) az adatok táblázatban rendezése és az interferencia viszonyok alapján a változások eredőjének megállapítása. Ez alapján 1850-1880 között kifejezetten a *Pinus mugo* visszahúzódását kell feltételeznünk, melyet 1880-1950 között a stagnálás váltott fel, 1965 után pedig az erdőszűlés növekedését kell tapasztalnunk (1. táblázat).

(2) Ennek a képnek csak részben mondanak ellent az 1850-2005 közötti további ábrázolások. Ugyanolyan látószögből készült felvételt találni nem könnyű, de a Szerencsen a Zemplén Múzeumban őrzött és a [www.hungaricana.hu](http://www.hungaricana.hu) oldalról letölthető képeslapok között akad olyan mely az 1906-1930 közötti változásokat is bemutatja.

1930 környékére a jobb vízgazdálkodású, kis lejtésű törmelékletők mind benövényesedtek. Ezek egy része valóban legeltetés alatt állt Ender idejében (v.ö. 1. ábra és 5. ábra) – de nem mind. A tó mögött (É-on) lévő törmelékletők megközelítése egy nyáj számára nem volt lehetséges. A szálban álló kőzeteken (kárlepcsők) azonban ekkor még nem jellemző a *Pinus mugo* nagy területen történő megtelepedése. Itt ráadásul a legeltetés hatásával sem kell számolni, hiszen a lejtőmeredekség meghaladta a juhok és kecskék kapacitását (a zergék tevékenysége pedig nem változott döntően a turizmus zavaró hatása miatt). Az antropogén erdőirtás itt szintén korlátozott a turizmus korai előtérbe kerülése miatt. Azaz a sziklafalakon az 1950-es évek után megkapaszkodó törpefenyők klimatikus hatásra utalnak (6-8. ábra).

Mivel a *Pinus mugo* a körülmények kedvezőbbé válásával igen gyorsan terjed – Mihai 0,15 km<sup>2</sup>/év sebességet mért a Déli-Kárpátokban (Mihai et al 2007) –, így a horizontális szétterjedés rövid idő alatt is lejátszódhatott, az egyenletes sebességű terjedés (illetve a klíma megváltozásának azonnali követése) tehát nem szükségszerű (Švajda, 2008).



1. ábra. Thomas Ender eredeti festménye a Zöld-tó környékéről  
<http://ender.mtak.hu/ender/index15e.html> / 316 x 495 mm / MTAK, Ms 4409/152



2. ábra. Thomas Ender által készített festmény a Magas-Tátráról (Zöld-tó), rajta a törpefenyves elterjedési területének növekedése 1850-2005 között az alant látható panorámafotó alapján

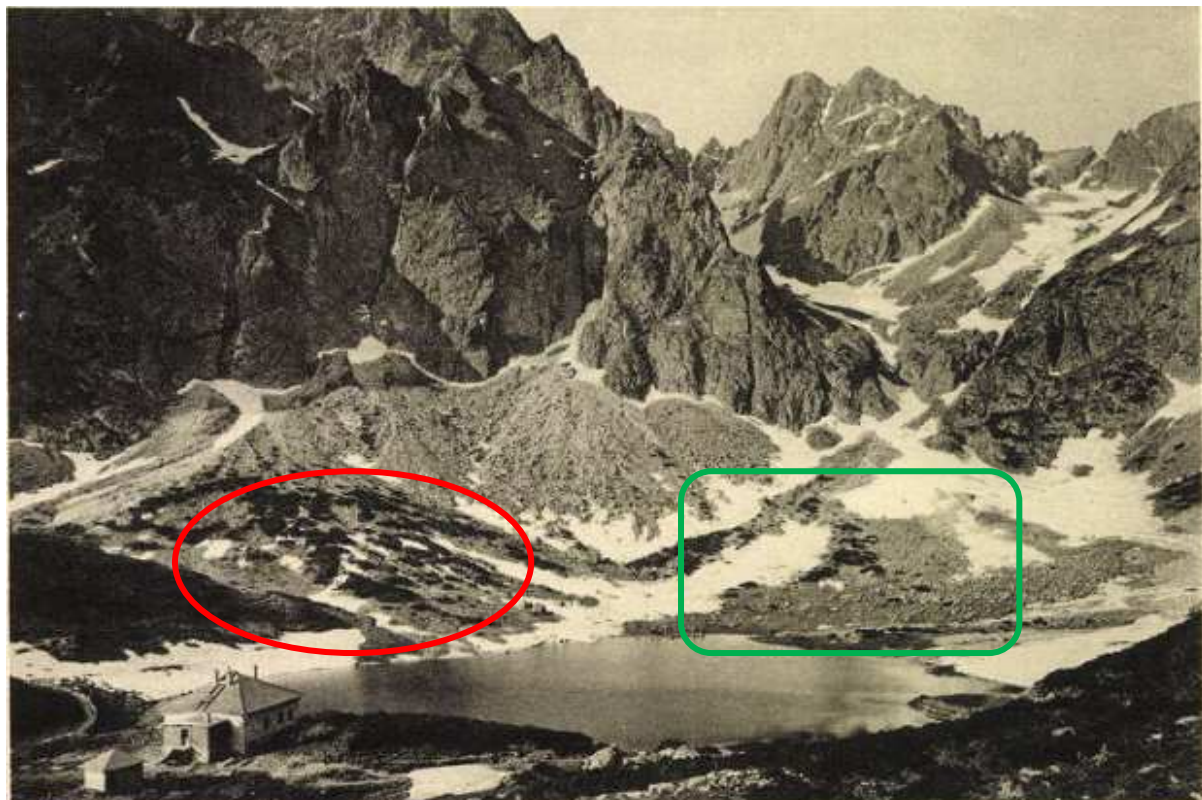


3. ábra. A szerzők által 2006-ban készített panorámakép a Zöld-tó környezetéről



4. ábra. A Zöld-tó környéke az 1930-as évekből.

1917 és 1935 között egyértelmű a törmelékes lejtős területek benövényesedése, de a szálban álló kőzeteken még nem jelentős a *Pinus mugo* elterjedése (v.ö. 3. ábra)



5. ábra. 1925: a menedékházzal szemben lévő törmelékletőn látható a törpefenyves megtelepülése, mely 2006-ra teljesen záródik, míg Ender 1850 körüli képén környezete még legelőként funkcionál. A tőle jobbra látható törmelékkúp (a kettős csúcsú hegy alatt) azonos az 1935-ös nyári felvételen látható, még szintén növényzeti borítás nélküli törmelékkúppal, melyen 2006-ra már összefüggő törpefenyves figyelhető meg

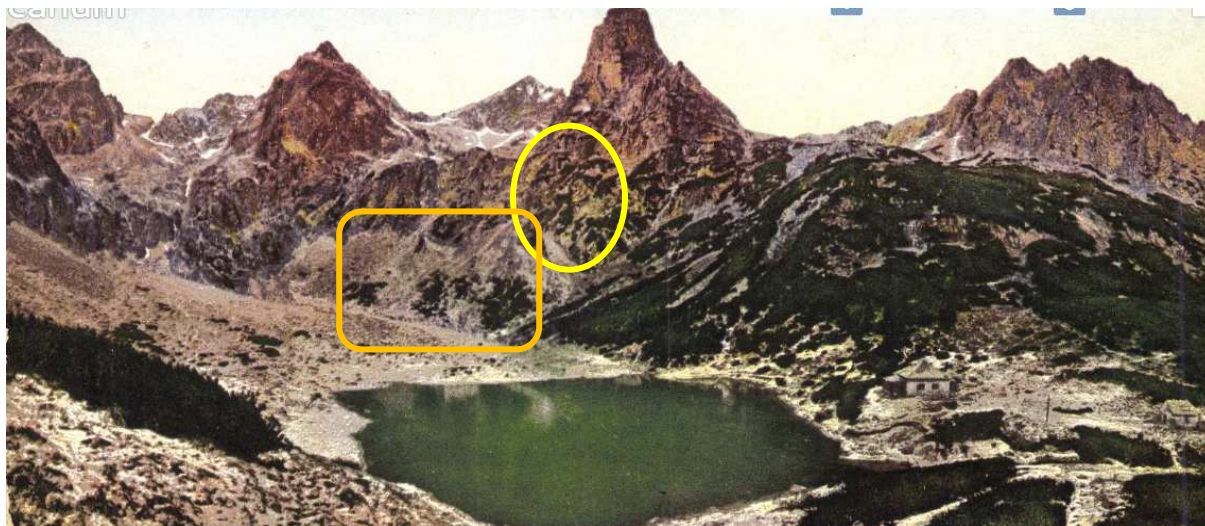


6. ábra. 1935. Ezen a felvételen kivehető, hogy a tó melletti törmelékkúp növényzettel nem fedett, s a Karbunkulus-torony alján lévő törmeléklető növényesedettsége sem változott 1906/1912-1935 között (7-8. ábra)



7. ábra. **Karbunkulus-torony** 1906 / 1912: Jól látható, hogy a szirt alján lévő törmeléklető benövényesedése 1935-ig stagnálást mutat, de 2006-ra a szálban álló kőzetben is megtelepedett a törpefenyő (3. ábra jobb oldala).





8. ábra. 1917: Szembetűnő, hogy míg a Karbunkulus-torony alján a törmelékletőn lévő törpefenyves foltok kiterjedése alig változott, a szálban álló kőzetten 2006-ban már felfelé kúszik a *Pinus mugo*.

#### Irodalom

Beniston, M. & Rebetez, M. (1996): Regional behavior of minimum temperatures in Switzerland for the period 1979–1993. *Theoretical and Applied Climatology*, Vol.53, No.4, 231–243.

Beniston, M. (2003): Climatic change in mountain regions: a review of possible impacts. *Climatic Change*, Vol.59, No.1-2, 5–31.

Boltižiar, Martin – Olah, Branislav (2010): Land-use changes in the selected part of the Tatra biosphere reserve in 1772–2003. *Nauka a zarządzanie obszarem Tatr i ich otoczeniem*, tom I. Zakopane 2010. 27–39.

Boltižiar, Martin – Olah, Branislav (2009): Land-use changes within the Slovak biosphere reserves' zone. *Ekológia (Bratislava)* Vol. 28, No. 2, p. 127–142.

Gehrig-Fasel, J., Guisan, A. – Zimmermann, N.E. (2007): Tree line shifts in the Swiss Alps: Climate change or land abandonment? *Journal of Vegetation Science*, **18**: 571–582.

Lapin, M., Št'astný, P. & Chmelík, M. (2005): Detection of climate change in the Slovak mountains. *Croatian Meteorological Journal*, Vol.40, No.40. 101–104.

Lapin, M., Gera, M., Hrvol', J., Melo, M. & Tomlain, J. (2009): Possible impacts of climate change on hydrologic cycle in Slovakia and results of observations in 1951–2007. *Biologia*, Vol.64, No.3, 454–459.

Mihai, B, Savulescu, I. & Sandric, I. (2007): Change detection analysis (1986–2002) of vegetation cover in Romania. *Mountain Research and Development*, Vol.27, No.3, pp. 250–258.

Otto, August (1931): *Die Hohe Tatra*, Grieben Reiseführer Band 47. 12. Auflage. Albert Goldschmidt, Berlin. pp.178.

Rozsondai B.: A Waldstein-gyűjtemény és az adományozó Waldstein János. In: Fekete Gézáné (szerk.): Örökségünk, élő múltunk. Gyűjtemények a Magyar Tudományos Akadémia Könyvtárában. A MTAK közleményei 37. Budapest, 2001.

Solár, Jaroslav (2013): Effect of Climate Change on Mountain Pine Distribution in Western Tatra Mountains. Chapter 18. <http://dx.doi.org/10.5772/54724>

Solár, Jaroslav – Marián Janiga (2013): Long-term Changes in Dwarf Pine (*Pinus mugo*) Cover in the High Tatra Mountains, Slovakia. Mountain Research and Development, 33 (1):51-62. <http://dx.doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-12-00079.1>

Švajda, J. (2008): Climate change and timber line in the European mountains – current knowledge and perspectives. *Oecologia Montana* 17, 30–33.

Theurillat, J-P. & Guisan, A. (2001): Potential Impact of Climate Change on Vegetation in the European Alps: A Review. *Climatic Change*, Vol.50, No.1-2. 77–109.