

Nyugat-magyarországi Egyetem
Erdőmérnöki Kar
Környezet- és Földtudományi Intézet
Ökológiai és Bioklimatológiai Tanszék

**Terepklimatológiai módszerek alkalmazása a
Soproni-hegyvidéken**

Szerzők:
Rozovits Ferenc és Szalai Áron
IV. emh.

Konzulensek:
Dr. Vig Péter
egyetemi docens
Környezet- és Földtudományi Intézet

Dr. Király Géza
egyetemi docens
Geomatikai, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet

Sopron, 2012. április 6.

I. Bevezető

Az erdészeti klímakategóriák pontos, egyszerű és objektív megállapítása nehezen megoldható. Viszont általában mindenki beszél róla. Nem vonjuk kétségbe, hogy a több évtizede a saját területükön dolgozó erdészek meg tudják állapítani az adott erdőrészlet klimatikus viszonyait. A tudósok azt jelzik előre, hogy a globális felmelegedés következményeként a növényzeti övek is el fognak tolódni horizontálisan északi irányba és vertikálisan felfelé. Az erdészeti klímaövek is eltolódnak, és egyesek szerint a bükk el fog tűnni a Soproni-hegyvidékről. Megint mások azzal érvelnek, hogy a fafajok alkalmazkodó képessége elég nagy, ezért ilyen veszélyektől nem kell tartani. Az éghajlati jellemzők trendjeinek iránya egyértelműen mutatja, hogy melegedésről és szárazodásról van szó. Ami hosszú távon a fent említett következményekkel fog járni, és ki fog derülni az is, hogy a fafajok ezt alkalmazkodó képességük segítségével meddig bírják. A Soproni-hegyvidéken és más tagoltabb felszínű hegy- és dombvidéken számolni kell még a lejtők klímamódosító hatásával is. Azokat a részleteket melyekben előfordulhat, hogy az északi lejtőjén bükkös klíma, míg a déli lejtőjén gyertyános-tölgyes klíma uralkodik, meg kell osztani. A későbbi fatermés szempontjából sem mindegy, hogy melyik fafajok kerülnek az adott területre. A kerületvezető erdész ezt szintén ismeri, de objektív módszer ennek megállapítására nem született még. A fent említett eltolódás a növényzeti övek alávetődése esetén lesz érdekes, a probléma a DNy-i lejtőkön jelentkezik először. Ezért döntöttünk egy olyan módszer mellett, amely alkalmas arra, hogy segítségével tengerszint feletti magasság és kitettség függvényében megállapítható legyen az adott erdőrészlet erdészeti klímakategóriája. A módszer gyors, és egyszerű használata indokolta a számszerűsített határok létrehozását, amely segítségével mindennemű szubjektivitás kizárható. A klímaosztályozáshoz a következő éghajlati skálákat használtuk fel: Köppen- és Péczy-féle éghajlat típusokat; a különböző mezoklíma típusrendszerek közül (Járó, Borhidi és Koncek, stb.) a topoklimatikus mutatókat. Ezek közül is azokra a mutatókra volt szükség, amelyek a sugárzással is számoltak. A csapadék és a hőmérséklet a tengerszint feletti magassággal változik, de a lejtő klímamódosító hatásának számszerűsítésére nem alkalmasak. Az általunk kidolgozott klímaindex kiszámolásához, és rendszerbe foglalásához ezek közül a legfontosabbak a Budiko-féle ariditási index, Péczy klímakategóriái és Borhidi klímazonális vegetációtípusai voltak. Munkánk során ezen mutatókra támaszkodtunk. Az újdonság a klímaindexben az, hogy a Budiko-féle ariditási index és a tenyészidőszaki középhőmérséklet összeszorzásával könnyen kezelhető számokat kapunk. A képlet a sugárzási egyenleg és a tenyészidőszaki középhőmérséklet miatt érzékenyen reagál a várható

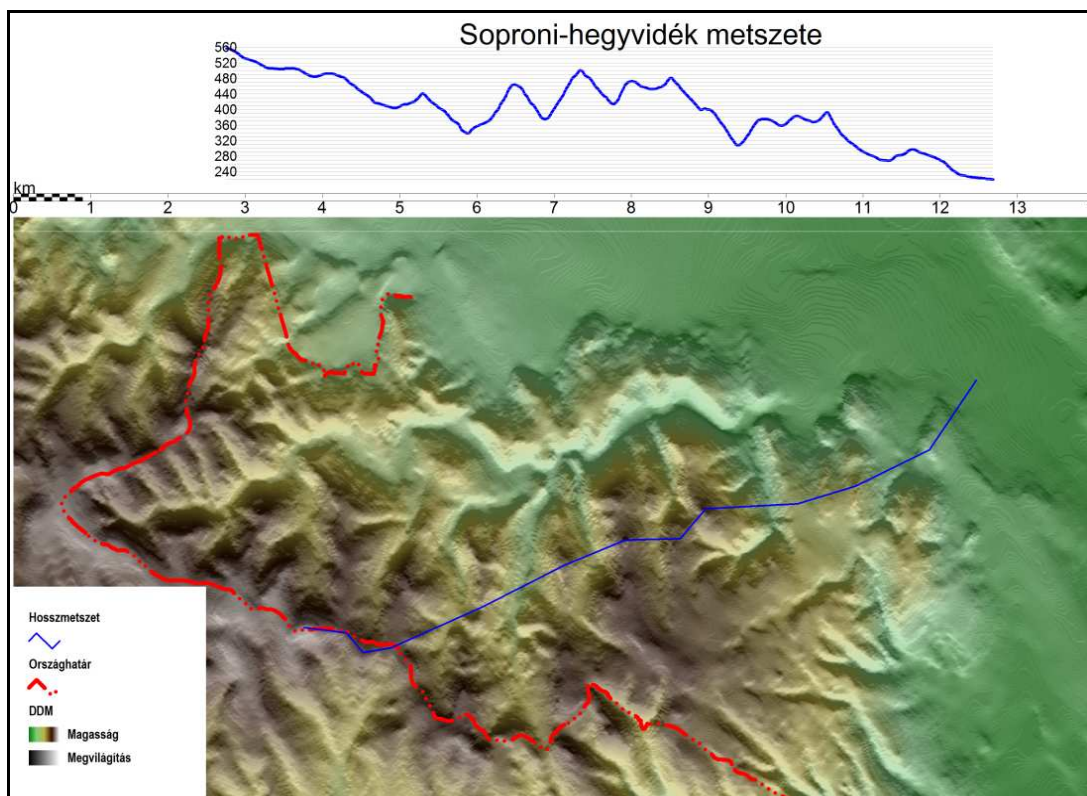
klimatikus változásokra, ami nagyon előnyös tulajdonsága. A témával való további munka és kutatás tette lehetővé, hogy a Soproni-hegyvidék egészét feldolgozzuk, és térképi úton is megjelenítsük a kiszámolt éghajlati jellemzőket. A módszer későbbi gyakorlatban történő elterjedését mindenképpen indokolná egyszerű térképi megjelenítése a Digiterra segítségével. A kutatási terület bemutatása során fontosnak tartottuk a termőhelyi viszonyok bemutatását, mert a magyar erdőgazdálkodás termőhelytípus változat alapú gazdálkodás.

II. Kutatási terület

II.1. Geológiai és domborzati viszonyok

A Soproni-hegyvidék területe 6187,7 ha, ebből erdőterület 4503,3 ha, erdőszültsége 72,9%. Az alacsony középhegység nyugati része átnyúlik az országhatáron. K-i részén kristályos palák, gneisz, csillámpala, fillit és kvarcit van a felszínen, a lejtőkön erőteljes az erózió. A hegység középső részén, elsősorban a Brennbergi-medencében agyagos, kavicsos hordalékok jellemzőek, amit a vastagabb termőréteg és a csuszamlások is jeleznek. Itt az enyhe lejtők, a kisebb fennsíkoks és a vizet megtartó agyagos üledékek fokozzák a termőhelyek bő nedvesség ellátottságát.

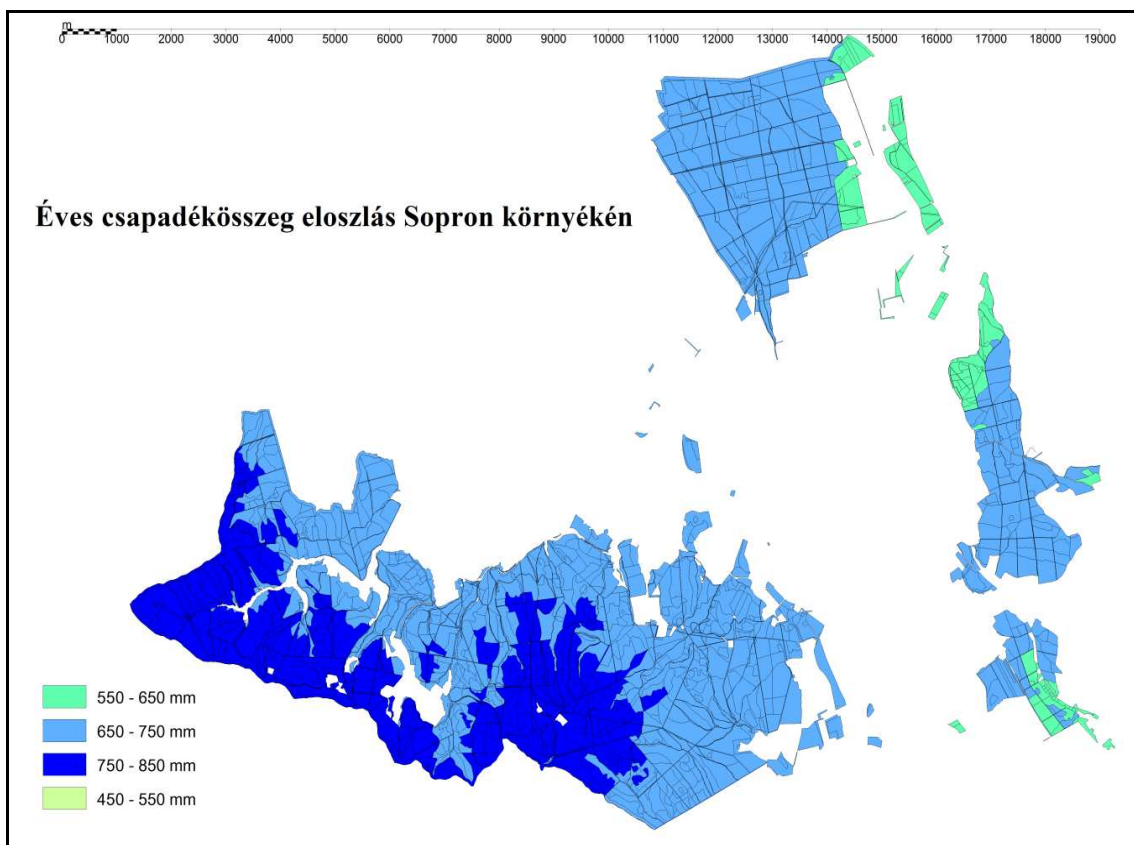
A Soproni-hegyvidék orográfiaailag erősen tagolt, zárt hegység domborzati formáit főleg töréses lépcsők (pl. Vas-hegy 399 m, Károlymagaslat 398 m), széles, lekerekített hegyhátak (Ultra 487 m, Várhely 384 m, Köhalom 384 m), keskeny hegygerincek (Asztalfő 554 m, Muck 523 m, Szarvas-hegy 452 m), domború lejtőjű sziklás bércek (Magasbérc 558 m, Vörösbérc 507 m, Kerekbérc 420 m), tanúhegyek (pl. Borsó-hegy 319 m), mélyre vágódott patakvölgyek és meredek sziklás lejtők jellemzik. A tagoltság mértéke a lejtők alakulásában is kifejezésre jut. A terület 13%-a 12%-osnál meredekebb lejtőkategóriába tartozik. Az átlagos tengerszint feletti magasság 410 m. A táj erdeinek 53% 350 és 450 m tszfm. közötti, ennél magasabban elhelyezkedő erdők aránya 25%. Az alacsonyabban elhelyezkedő állományok túlnyomó része 250 m tszfm. feletti. A sík területek aránya 3,3%.



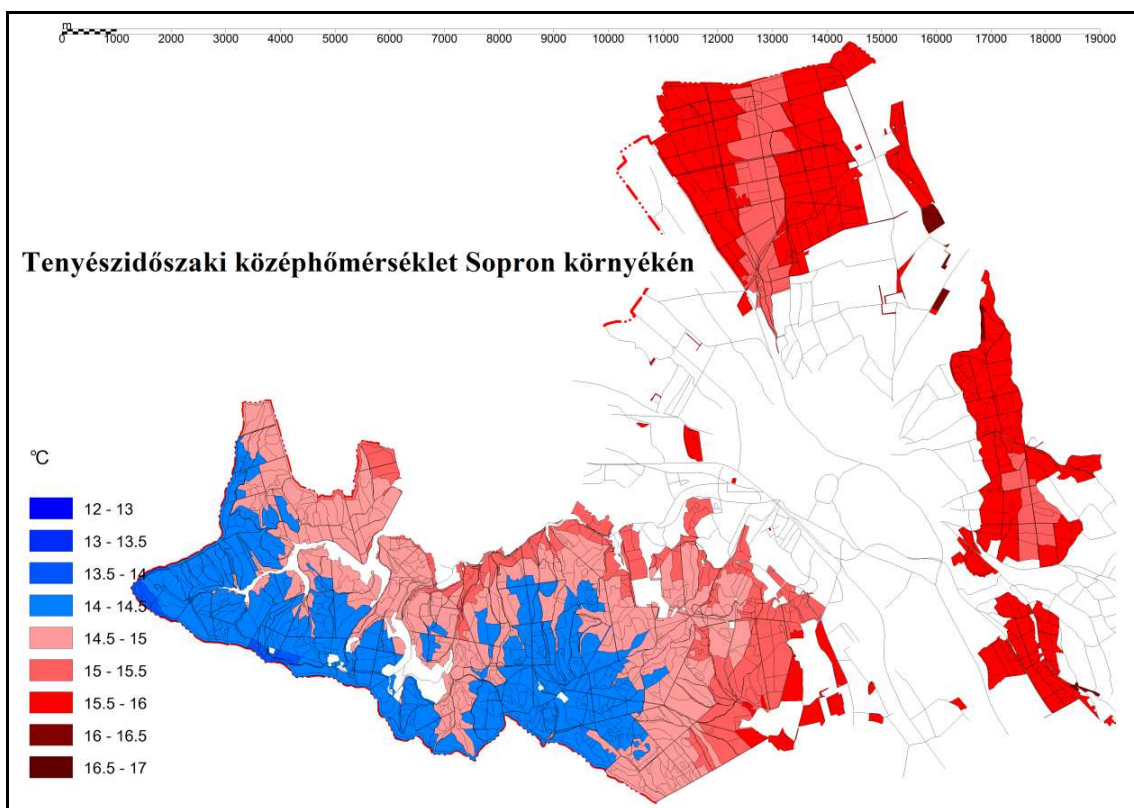
1. ábra: A Soproni-hegyvidék metszete

II.2. Jellemző meteorológiai adatok és az erdőállományokban előforduló klíma

Sopron meteorológiai adatai	
átlagos évi csapadék	694 mm
a tenyészidőszak csapadéka	443 mm
a hőmérséklet évi átlaga	9,2 °C
a tenyészidőszak hőmérsékleti átlaga	15,4 °C
az évi napsütéses órák száma	1800 óra
a fagymentes időszak hossza	173 nap
a havas napok száma	55-60 nap
ariditási index	0,94
jellemző szélirány	ÉNY

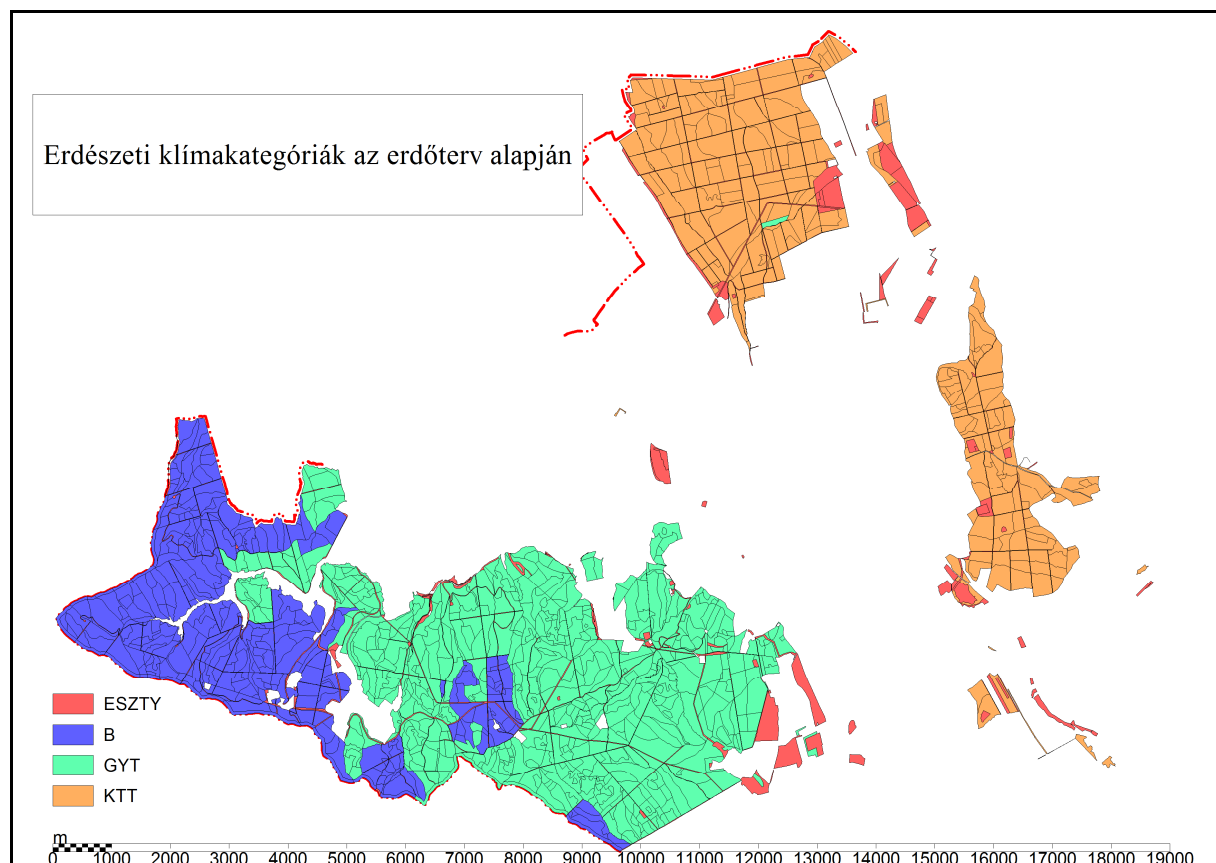


2. ábra: Az éves csapadékösszeg eloszlása Sopron környékén



3. ábra: A tenyészidőszaki középhőmérséklet értékei Sopron környékén

K-ról Ny-ra, a magasabb térszínek felé haladva a gyertyános-tölgyes, majd a bükkös klíma az uralkodó., a K-Ny-i főgerinc következtében fokozott mezo- és mikroklimatikus változatossággal. A Soproni-hegyvidéken az üzemtervi adatok szerint bükkös: **33 %**, gyertyános-tölgyes: **67%**.



4. ábra: Az erdészeti klímakategóriák az üzemterv alapján

A térkép által mutatott kép nem teljesen helyes, mert erdőszytepp klímát is jelez a hegyvidéken, ez a hiba a készítéskor keletkezhetett, sajnos orvosolni már nem tudtuk. A többi klímakategória megfelelő helyen van. A Soproni-hegyvidék túlnyomó része a gyertyános-tölgyes, kisebb része pedig a bükkös klímába sorolható. Az erdőgazdasági táj nyugati és keleti részének éghajlata között nem elhanyagolható különbségek állnak fenn. Ezeket a különbségeket nemcsak a Brennbergi- medence valamivel nagyobb tengerszint feletti magassága, hanem elsősorban a Várasi-hegyvidék peremfekvése okozza. A két tájrészlet eltérő földrajzi fekvése leginkább a csapadékviszonyokban jut kifejezésre. Amíg a Brennbergi-medencében határozott júniusi csapadékmaximum mutatható ki – tehát a csapadékeloszlás kifejezetten szubalpin jellegű-, addig a Várasi-hegyvidéken a júniusi

maximum rendszeresen nem jelentkezik, hanem e helyett egy tavaszi első és egy őszi második csúcs mutatkozik, ami pannon-mediterrán hatásra utal. Az utóbbi időben az őszi maximumok elmaradása tapasztalható. Az évi csapadékmennyiség szélső értékeit illetően az egész Soproni-hegyvidékre jellemző, hogy tág határok között ingadozik. A leggyakoribb szélirány az északnyugati.

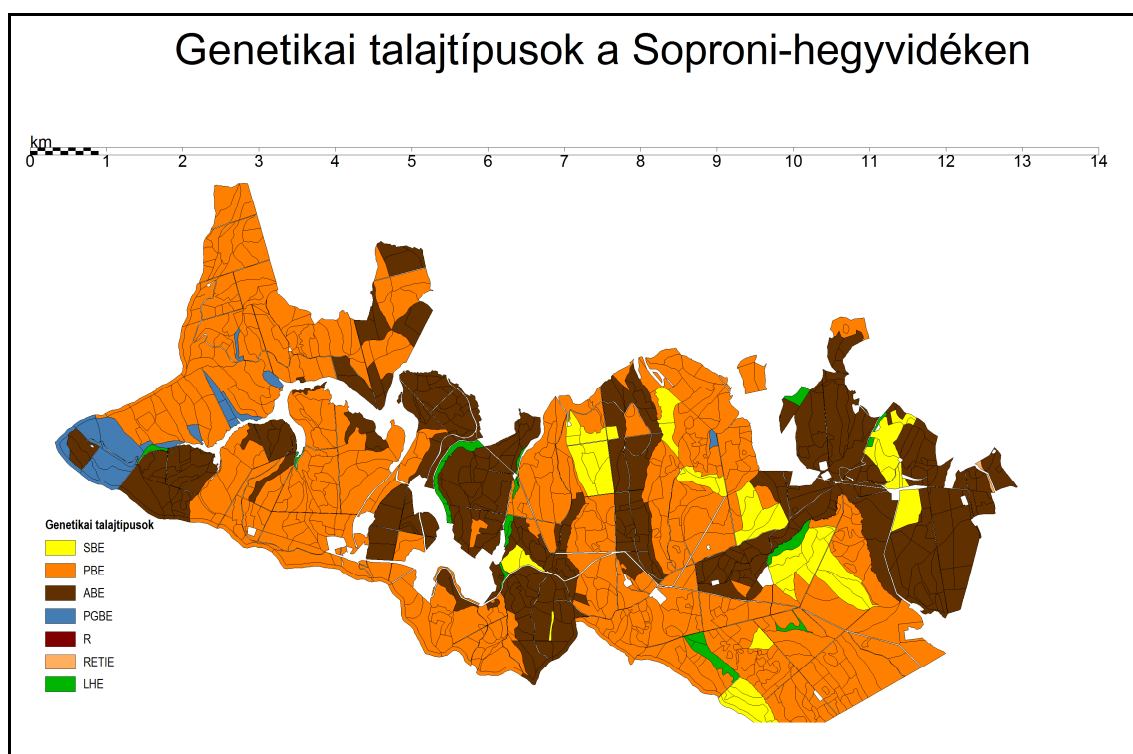
II.3. Hidrológiai viszonyok, vízjárások

A Soproni-hegység jelentős lefolyással és vízfelesleggel rendelkező kistáj, amelynek azonban csekély területe miatt csak kis vízfolyásai vannak. Északi része a Rák-patak, déli része a Kecske-patak révén csatlakozik az Ikva vízrendszeréhez. A Rák-patak vize Bánfalva alatt sajnos már szennyezettnek tekinthető. Ugyanezen a patakon duzzasztották fel a hegyvidék legnagyobb tavát. A hegységben számos, változó vízhozamú forrás fakad. A legbővizűbb közülük a Hidegvíz- és a Természetbarát-forrás (Németh L., 1997). Talajvíz csak a völglejtőkön- és talpakon észlelhető jelentéktelen mennyiségben. A rétegvíz túlnyomóan hasadékvízként fordul elő. A mélyebb rétegek vízzárók és így vízszegények.

II.4. Talajviszonyok

A Soproni-hegység – amelynek geomorfológiai kategória-besorolása: *tönkösödött röghegység metamorf kőzetekből; $T_1 - T_2$ Ó-újharmadkori formák* (Magyarország Nemzeti Atlasza 1989) - természeti adottságait illetően két jól elkülöníthető részre tagolódik: a város közelében emelkedő, metamorf kristályos kőzetekből (gneisz, fillit, csillámpala) felépült Várisi-hegységre és a tőle nyugatra fekvő, triász kori folyami hordalékból kialakult Brennbergi-medencére. Ez utóbbi a tektonikai mozgások következtében kiemelkedett, és itt található a Soproni-hegység Magyarországhoz tartozó részének legmagasabb pontja, a Balti tenger szintjétől 557,60 m-re emelkedő Magas-bérc is. Az alapkőzet a változatos összetételű, heterogén szemszerkezetű brennbergi blokkavicsos összlet, amelyben az alig kopott, több deciméter átmérőjű kőzetdaraboktól a helyenként ún. fenülékes rétegeket képező agyagig minden előfordul. Ez az alapkőzet lágy kontúrú gerincek közé meredek oldalakkal ékelődő, majd kiszélesedő völgytalpakat képző völgyek, suvadásos, hepés tavacskákkal gazdagodó völgyfők, kagylósan hullámosodó hegyoldalak kialakulását teszi lehetővé, 150-250 m/km²

relatív relief kialakulásával. A Soproni-hegyvidék erdőgazdasági táj talajképző tömör ösközetén vályog fizikai féleségű (96%) és a viszonylag magas csapadékmennyiség hatására savanyú kémhatású, különféle barna erdőtalajok alakultak ki. Hazánkban ezen a területen vannak a legalacsonyabb pH-értékű talajok (Dalos-hegy). A táj legjellemzőbb talajtípusa a podzolos barna erdőtalaj. Az agyagbemosódásos barna erdőtalajok részaránya magas, ennél csekélyebb a savanyú barna erdőtalajok előfordulása, kisebb területen találjuk a savanyú- és a pszeudoglejes barna erdőtalajokat.



5. ábra: Genetikai talajtípusok a Soproni-hegyvidéken az üzemtervi adatok alapján

II.5. Növényföldrajzi viszonyok

A Soproni-hegyvidék növényföldrajzi szempontból is kuriózumnak számít. Itt található hazánk talán legkisebb területű flórajárása, a Ceticum, az Alpesi flóratartomány keleti flóraidékének (Noricum) egyik tagja. A Ceticum két helyen jelenik meg hazánkban, a Kőszegi-hegységben és a Soproni-hegységben (Magyarország Nemzeti Atlasza 1989).

Ebben a flórajárásban az erdeifenyő (*Pinus sylvestris*) a sekély termőrétegű talajokon sokhelyütt előfordul, ahonnan a lombos fafajok nem szorították ki. A többi fenyőfaj közül

csak a lucfenyő (*Picea abies*) őshonossága valószínű (Vancsura, 1988). Ez a faj inkább a keleties, északias lejtőkön, valamint a védett völgyekben képez állományokat. Pócs Tamás szerint a vörösfenyő (*Larix decidua*) is természetes körülmények között fordul itt elő (Hortobágyi, Simon, 1981).

Az uralkodó növénytársulás a gyertyános-kocsánytalan tölgyes, amelynek a ciklámen (*Cyclamen purpurascens*) a kísérője. A hegyvidéken magasabb montán jellegű savanyú bükkösök, a sekélyebb termőrétegű részeken Luzulás tölgyesek a jellemző társulások. A hegység peremén a szubmediterrán szelídgesztenye (*Castanea sativa*) őshonosnak tekinthető (Vancsura, 1988).

A völgyekben tipikus hegyvidéki égerligetek húzódnak, aljnövényzetükben a struccpáfránnyal (*Matteuccia struthiopteris*). A hegyi réteken, átmeneti lápokban az alpesi rétekre jellemző dealpin elemek telepedtek meg, a nevezetesebbek a fecsketárnics (*Gentiana asclepiadea*), az árnika (*Arnica montana*), a hegyi zergevirág (*Doronicum austriacum*), a narancsszínű aggófű (*Senecio aurantiacus*) (Vancsura, 1988). A legnevezetesebb dealpin elem az erdeifenyvesekben, lucosokban és erdőszéleken élő havasi éger (*Alnus viridis*) (Hortobágyi, Simon, 1981).

A vizsgálatok helyszínéül egy Nyugat-Dunántúli Szubmontán Bükkös (Cyclamini-Fagétum) szolgált, amelyre általában jellemző, hogy a Nyugat-Dunántúl regionális társulása. Néhány szubatlanti és alpin faj (*Dryopteris pseudo-mas*, *Hypericum maculatum*, *Chaerophyllum hirsutum*, *Euphorbia dulcis*, *Gentiana asclepiadea*, *Oreopteris limbosperma*, *Stellaria nemorum*, *Cardamine trifolia*) megjelenése különbözteti meg a többi szubmontán bükköstől, amelyekben a jellemző fajok: a *Dentaria enneaphyllos*, a *Galium sylvaticum* és a *Primula vulgaris* (Szmorad - Tímár, 1995).

II.6. Az erdészet területén lévő főbb faállománytípusok

Bükkösök: A szubatlanti elterjedésű bükk párás, kiegyensúlyozott klímát kíván. A bükkös klíma a Soproni-hegység kb. harmadát jellemzi. A bükkös klíma felé való eltolódás figyelhető meg számos északi kitettségű gyertyános-tölgyes klímájú területen is. Erről tanúskodik a bükk, mint fő-, vagy elegyfaj jelenléte. A bükkösök mintegy negyede a gyertyános-tölgyes klímában található, részben a mesterséges felújítás, a kipusztult lucosok leváltása okán.

Gyertyános-tölgyesek: Ezen állományok lombkoronaszintje általában kétszintű, az uralkodó szintben a tölgyfélék, alattuk (és esetleg mellettük) a második szintben árnytűrő elegyfák találhatók. A felső szint főfafaja a kocsánytalan tölgy.

Kocsánytalan tölgyesek: Értékes, acidofil állományaik a hegyvidéken találhatók. Számos átmenetet képeznek a gyertyános tölgyesekkel, illetve dombvidéken a cseresekkel. Viszont a bükkösök rovására terjednek.

Cseres-kocsánytalan tölgyesek: terület aránya a hegyvidéken csekélyebb a város közeli, és alacsonyabb tszf magasságú részletekben találjuk ezen állományokat.

III. Éghajlat osztályozási rendszerek

Az éghajlat változatosságának a megismerésével vált szükségessé a különböző éghajlat típusok elkülönítése és osztályozása. Ez a folyamat már több mint 100 éve tart, és még ma is újabb és újabb osztályozások készülnek. Ennek oka valószínűleg az éghajlat nagyfokú komplexitása, ezért olyan osztályozás, amely minden tényezőt egyszerre figyelembe vesz nem készíthető.

Szoláris éghajlati osztályozás: a legegyszerűbb módszer. A Nap évi járása alapján 3 övet különít el, ezeket a sark- és térítőkörök jelölik ki. A Ráktérítő és a Baktérítő között található trópusi öv a földfelszín 40%-át teszi ki. Itt a delelési napmagasság nagy, legalább egyszer az év folyamán zenitben delel a nap, a besugárzás mennyisége itt a legnagyobb. A földfelszín 53%-át kitevő mérsékelt övek a térítőkörök és a sarkkörök között helyezkednek el. Itt a nap minden 24 órában felkel és lenyugszik, de zenitben már nem delel. A maradék 8% a poláris öv területe, ahol a legkisebb az évi besugárzás, de legnagyobb az ingása. A Nap legalább évente egyszer a horizont fölött és alatt marad.

Leíró éghajlati osztályozás: az előzőnél sokkal részletesebb és változatosabb csoportok főként földrajzi célokat szolgálnak. Jellemzőjük, hogy a választott éghajlati elemek statisztikai elemzése után, azok összehatása alapján választják szét az egyes éghajlatokat. Nagy előnyük, hogy ezek a módszerek tovább fejleszthetők, ha az éghajlat következményeként jelentkező természeti jelenségeket is figyelembe veszik. Az első ilyen munka Supán-é, aki 1879-ben az egyes övek között izoterma határokat vont meg. A trópusi és a mérsékelt övet a 20 °C évi középhőmérséklet izotermájával választotta el, a poláris és mérsékelt övet pedig a 10 °C maximális havi középhőmérséklet alapján határolta el.

Penck éghajlati rendszere: 1910-ben készült el és kizárólag a hidrológiai jelenségeket vette figyelembe. (Justyák, 1995) Genetikus éghajlati osztályozás: az egész földre vonatkoztatott rendszerek, a Föld általános légköri viszonyai képezik a felosztás alapját. Az osztályozás nagyvonalú, finomítás a tengeri és a szárazföldi légtömegek külön választásával lehetséges. Hettner(1930) szélöveket határozott meg. Flohn (1950) 7 övet különített el. Alisov az uralkodó légtömegek keletkezési helye alapján osztályozott.

III.1. A Köppen-féle éghajlat osztályozás

Az egyik legelterjedtebb és még ma is használatos leíró osztályozást Wladimir Köppen német meteorológus dolgozta ki 1918-ban. Kiindulási alapja a hőmérséklet és a csapadék alakulásának általános jellemzése. Öt fő övet, ezen belül 11 alapvető éghajlati típust különböztet meg, és külön tárgyalja a bárhol előforduló magashegységi éghajlatot.

Az öt éghajlati főtípus kritériumai

A = Egész évben forró, tél nélküli egyenlítővidéki éghajlat (a leghidegebb hónap sokévi középhőmérséklete 18°C vagy e feletti).

B = Mindkét féltekén helyenként megszakított száraz (arid), sztyepp és sivatagi éghajlatok.

C = Mérsékelt meleg (mérsékelt övi) éghajlatok (a leghidegebb hónap középhőmérséklete $+18$ és -3°C között van).

D = Télen hideg (boreális) éghajlatok.

A leghidegebb hónap középhőmérséklete $<-3^{\circ}\text{C}$.

A legmelegebb hónap középhőmérséklete $>+10^{\circ}\text{C}$.

E = Állandóan hideg (sarkvidéki) éghajlat (a legmelegebb hónap középhőmérséklete is $<+10^{\circ}\text{C}$).

Csapadékjárás

w = Télen száraz: C és D övben a csapadékban leggazdagabb hónap csapadék mennyisége legalább tízszerese a legcsapadékszegényebb hónapénak.

Az A övben legalább egy hónap csapadéka $< 60\text{ mm}$.

s = Nyáron száraz (csapadék nagy része a téli félévben hull le. A *C* és *D* övben a hideg évszak legcsapadékosabb hónapjának csapadékmennyisége legalább háromszorosa a nyári csapadékszegény hónapokénak.

f = A csapadék évi eloszlása (a *w* és *s*-hez képest) aránylag egyenletes. Kifejezetten száraz időszak nincs.

m = Átmeneti csapadékeloszlási forma az *Af* és *Aw* klímák között (*m* = monszun csapadékjárás).

- Az ariditás mértékének kifejezésére két nagybetű szolgál:

S (Steppe)= sztyep

W (Wüste) = sivatag

Hőmérséklet

A télen hideg kevés csapadékú *E* övben:

T = Tundra: a legmelegebb hónap középhőmérséklete 0-10°C.

F = Állandóan fagyos: a legmelegebb hónap középhőmérséklete < 0°C.

A *C* és *D* éghajlatok esetében alkalmazható:

a = a legmelegebb hónap középhőmérséklete > 22°C,

b = a legmelegebb hónap < 22 °C, de legalább 4 hónapé > 10°C,

c = csak 1-4 hónap > 10 °C, a leghidegebb hónap >-38°C,

d = ugyanaz, de a leghidegebb hónap <-38°C.

Csak a *B* éghajlatoknál alkalmazható:

h = forró (évi középhőmérséklet >18 °C),

k = (télen) hideg: az évi középhőmérséklet 18°C alatt van, de a legmelegebb hónap >18 °C),

k' = ugyanaz de a legmelegebb hónap is <18 °C.

A hőmérsékleti kiegyenlítetttség betűjelzései:

l = enyhe (minden hónap középhőmérséklete 10-22 °C közötti),

i = izotermikus (a havi középhőmérsékletek évi ingása < 5°C).

A hazánkban előforduló Köppen-féle éghajlattípusok Száraz éghajlat

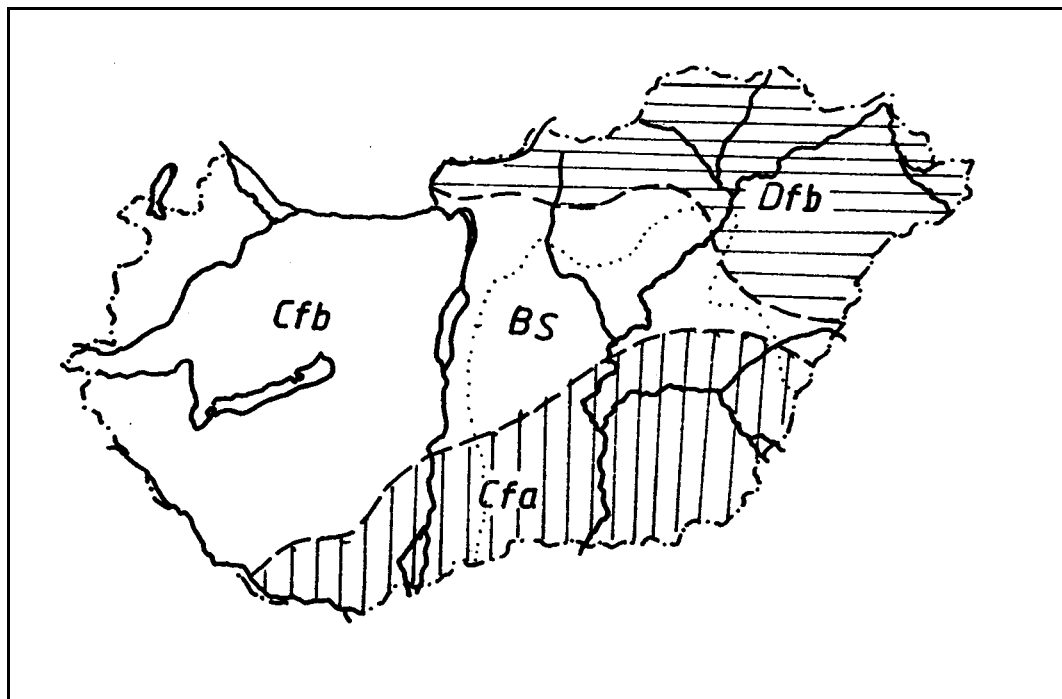
- BS: Sztyepp éghajlat, rövid csapadékos időszakkal

Meleg-mérsékelt éghajlat :

- Cf: Mérsékelt meleg, állandóan elég csapadékos éghajlat, ide tartozik Cfa, Cfb

- Df: Télen hideg, állandóan csapadékos éghajlat, ide tartozik Dfb

A Köppen-féle globális éghajlati felosztás szerint országunk a C (meleg, mérsékelt csapadékos, a leghidegebb hónap középhőmérséklete $+18$ és -3°C közt) és D (leghidegebb hónap középhőmérséklete -3°C alatt, legmelegebb $+10^{\circ}\text{C}$ felett) övbe tartozik. Ezen belül a Cfa (a júliusi középhőmérséklet $+22^{\circ}\text{C}$ felett, egyenletes csapadékjárás), Cfb (a júliusi középhőmérséklet $+22^{\circ}\text{C}$ alatt, egyenletes csapadékjárás, Köppen által bükkös klímának elnevezett) és a Dfb (júliusi középhőmérséklet $+22^{\circ}\text{C}$ alatt, tenyészidőszak hosszabb négy hónapnál, egyenletes csapadékjárás) övekbe soroljuk be hazánk egyes részeit. (Justyák, 1995)



6. ábra: Köppen-féle éghajlattípusok magyarországi előfordulása
(Szodtfridt-Vig: Erdészeti meteorológia. Sopron, 1990)

Az ábrán jól látható, hogyan helyezkednek el az egyes éghajlati övek. A felmelegedés hatására várható változások, hogy a Dfb öv kihúzódik hazánk területéről. A Cfb öv feljebb húzódik, ennek következtében megfigyelhető a Cfa és a BS öv egyre nagyobb térnyerése.

III.2. Klíma indexek

A klímaosztályozások mellett nagy igény mutatkozott arra is, hogy különböző az éghajlati jellemzőkből számolt értékek segítségével is jellemezzék egyes területek klímáját, ez a kisebb léptékű felosztásoknak is kedvezett. Ezen mutató számok az indexek, melyeket a csapadék összegek, átlagos közép hőmérsékletek, sugárzási egyenleg vagy a szélsőbesség segítségével számolhatunk. Nagy számban akadnak köztük ariditási mutató számok, melyek segítségével az adott terület növényzetére következtethetünk.

Az Ellenberg-féle klímaindex: úgy van meghatározva, hogy a legmelegebb hónap középhőmérséklete osztva az évi csapadékmennyiséggel.

$$EQ = 1000 * T_{07} \frac{1}{P_{ann}^1}$$

Az erdészeti szárazsági index (Forest aridity index (FAI), Führer & Járó 2000).

Egy-egy év aszályának erősségét jelzi. Ennek az indexnek a leegyszerűsített verziója újabban Führer által ajánlva:

$$FAI = 100 * T_{07-08} * \frac{1}{P_{05-07} + P_{07-08}}$$

ahol: P_{05-07} május-július csapadékösszege

T_{07-08} július-augusztus középhőmérséklete

P_{07-08} július-augusztus csapadékösszege az úgynevezett kritikus hónapok, így a döntő fontosságú július hónap csapadék értéke kétszeresen van súlyozva. (Führer et al. 2011)

Koncek-féle nedvességellátottság index

$$I_n = \frac{R}{2} + r - 10 * t_{ti} - (30 + v^2)$$

Ahol R -a tenyészidőszak csapadékösszege

r -a téli csapadékösszeg 105 mm-t meghaladó hányada

t_{ti} -a tenyészidőszaki középhőmérséklet

v -a 14 órás átlagos szélsőbesség

Az értékekből levonható következtetések:

Kiszámoltuk az indexet a két mérőhelyünkre. Az 530 m-es magasságban már bükkös klímában járunk. 230 m-en pedig a gyertyános-tölgyes és zárttölgyes határán.

TFM	230 m	530 m
Koncek	- 4,707	68,792

120 – 60	humid	B
60 – 0	szubhumid	GY-T (10 – 50)
0 – (-60)	szemiarid	KTT (-10 - -50)
-60 – (-120)	arid	ESZTY

Járó-féle júliusi 14 órai légnedvesség

Járó volt az, aki a klíma jellemzésére olyan erdőalkotó fafajokat választott ki, amelyeket már korábban is használtak erre övezetes elhelyezkedésük miatt. Ily módon a következő kategóriák között tesz különbséget: 1. bükkös klíma, 2. gyertyános-tölgyes klíma, 3. cseres illetve kocsánytalan tölgyes klíma, 4. erdősztyepp klíma. Járó a júliusban mért 14 órai légnedvesség alapján különítette el a klíma kategóriákat: bükkös (60%<), gyertyános-tölgyes (55-60%), cseres-kocsánytalan tölgyes (50-55%), erdősztyepp klíma (50%>).

A Budiko-féle ariditási index

Budiko: 1969-ben alkotta meg klimatikus indexét. A hő- és vízháztartás kapcsolatából indult ki. A hőellátottságot a sugárzási index alapján különítette el. Növényföldrajzi öveget határozott meg.

$$H = \frac{E_s}{L * Cs}$$

(Es=sugárzási egyenleg, L=víz párolgáshője, Cs= éves csapadékösszeg)

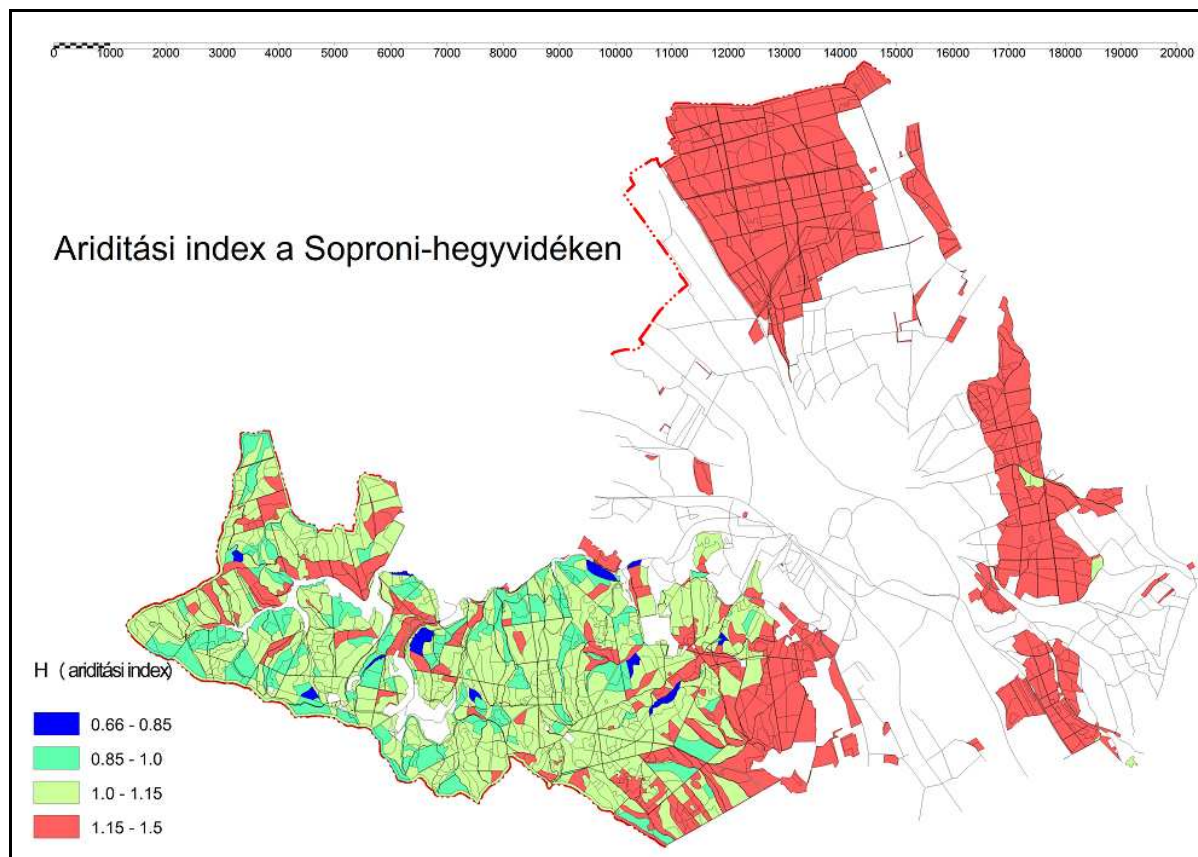
H értéke	Növényzet
< 1/3	Tundra
1/3 – 1	Erdő
1 - 2	Füves puszta
2 - 3	Félsivatag
> 3	Sivatag

Az erdők típusai a sugárzási mérleg szerint:

Es (MJ/m ²)	Erdő
< 1000	Tülevelű
1000 - 2000	Mérsékelt övi lombos
2000 – 3000	Szubtrópusi

> 3000

Trópusi erdők, nedves
szavannák



7. ábra: A Budiko-féle ariditási index a Soproni-hegyvidéken

III.3. Magyarországon alkalmazott klímaosztályozási módok

III.3.1. Péczely nem erdészeti klímákat határozott meg, hanem Budiko indexét felhasználva, a tenyészidőszaki középhőmérséklet segítségével 12 éghajlati körzetet jelölt ki hazánkban.

Vízellátottsági kategóriák:

Nedves	$H < 0,85$
Mérsékelten nedves	$0,85 < H < 1,15$
Mérsékelten száraz	$1,00 < H < 1,15$
Száraz	$1,15 < H$

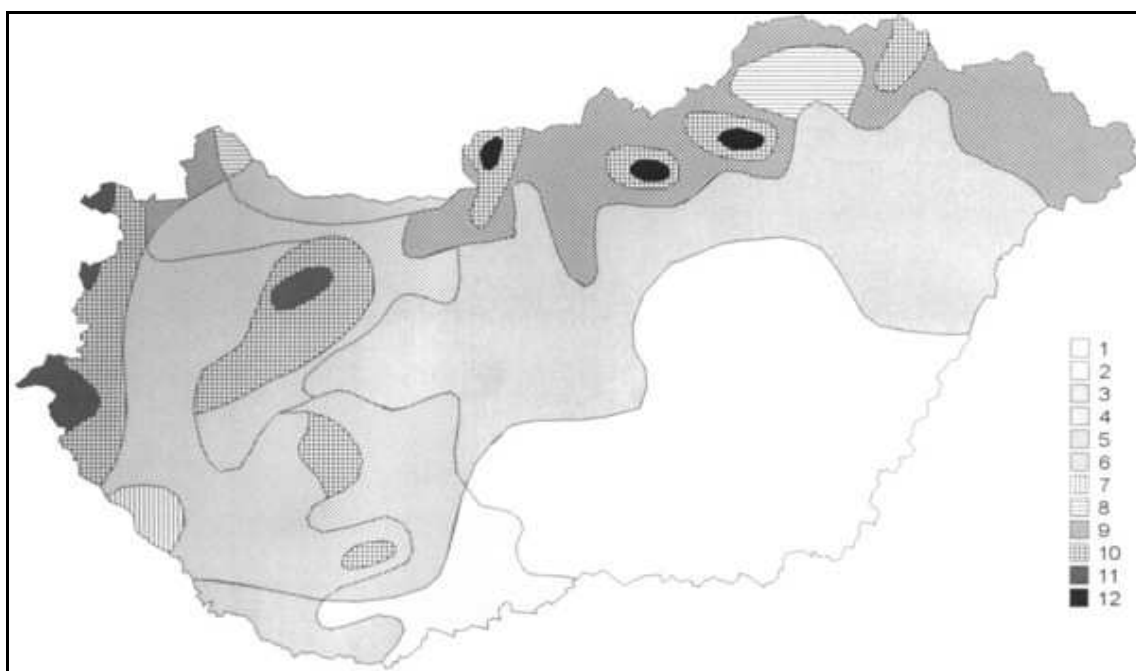
Hőellátottsági kategóriák (tenyészidőszaki középhőmérséklet alapján (T_i)):

Meleg	$17,5 < T_i$
Mérsékelten meleg	$16,5 < T_i < 17,5$
mérsékelten hűvös	$15,0 < T_i < 16,5$
Hűvös	$T_i < 15,0$

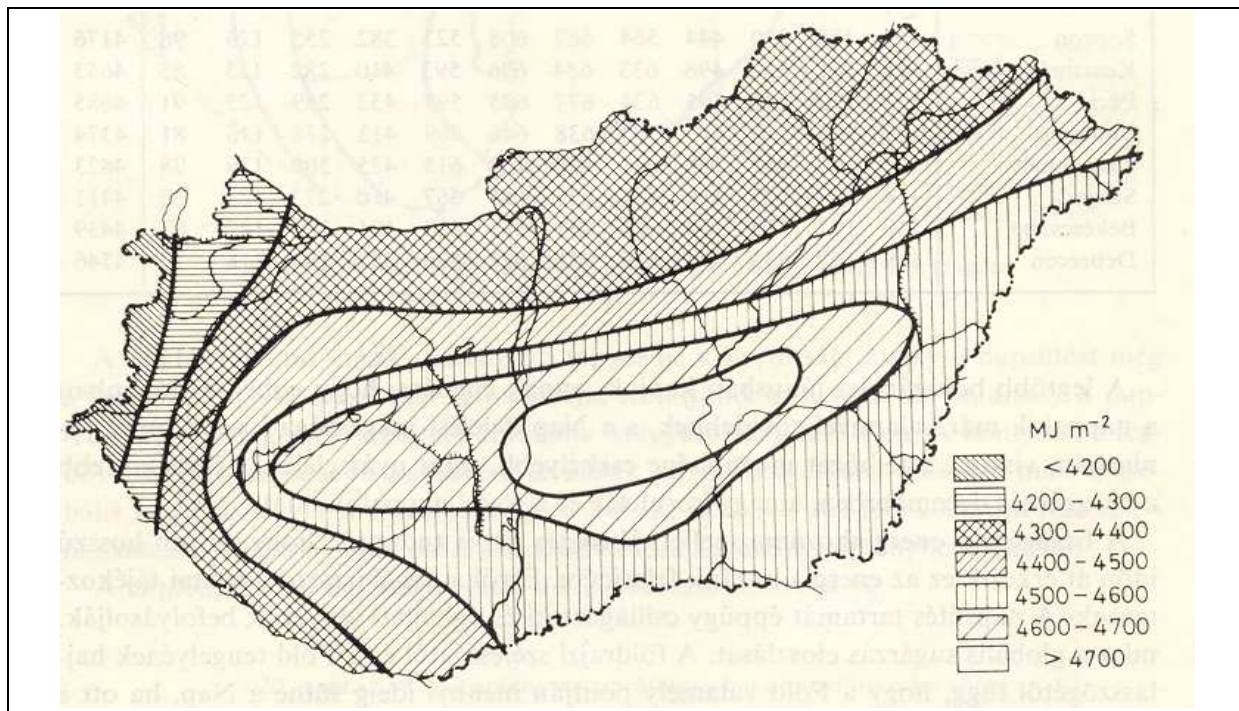
A víz- és a hőellátottság szempontjából szóba jöhető 16 kombináció közül hazánkban

12 éghajlati körzet különböztethető meg:

- | | |
|--|---|
| 1. meleg, száraz; | 7. mérsékelten meleg- nedves; |
| 2. meleg, mérsékelten száraz; | 8. mérsékelten hűvös – száraz; |
| 3. meleg, mérsékelten nedves; | 9. mérsékelten hűvös - mérsékelten száraz; |
| 4. mérsékelten meleg-száraz; | 10. mérsékelten hűvös - mérsékelten nedves; |
| 5. mérsékelten meleg - mérsékelten száraz; | 11. mérsékelten hűvös – nedves; |
| 6. mérsékelten meleg - mérsékelten nedves; | 12. hűvös nedves; |



8. ábra: Magyarország éghajlati körzetei (Péczy, 1971)



9. ábra: Magyarország globálisugárzás összeg térképe (Péczy, 1971)

III.3.2. A Walter-Lieth diagram

Walter diagram: Éghajlati diagram, amely a hőmérséklet és a csapadék éven belüli eloszlását mutatja. A csapadék és a hőmérséklet arány nincs egyértelműen meghatározva. Hiányosságai, hogy az éghajlati elemek 30 éves átlagos havi középértékei kerülnek ábrázolásra, és nem mutatja be a mennyiségi összefüggéseket, amely növényföldrajzi és erdészeti vizsgálatokhoz elengedhetetlen.

Walter-Lieth diagram: 1960-ban dolgozták ki ezt az új ábrázolási technikát. Az általuk szerkesztett Világatlaszban jelent meg a Föld 8000 meteorológiai állomásának diagramja. Ez már a földrajz, mezőgazdaság és a növényföldrajz igényeit is kielégítette (Walter, Lieth, 1960).

A bal oldali függőleges tengelyen a hőmérsékletet, a jobb oldalin a csapadékot ábrázoljuk pontosan meghatározott nagyságrendben. A vízszintes tengelyen a 12 hónapot tüntetjük fel. A diagram fejlécében fel kell tüntetni az állomás nevét, tengerszint feletti magasságát, az évi középhőmérsékletet és az évi csapadékmennyiséget. A hőmérsékleti függőleges tengelyen egy

skálafok 10 C°-ot, a csapadék tengelyen 20 mm-t jelent. T:P=1:2 Havi 100 mm-nél több csapadékot 10-szeres kicsinyítésben ábrázoljuk, tehát egy skálabeosztás 100 mm-nek felel meg. A hőmérsékleti és a csapadékgörbe egymáshoz viszonyított helyzete alapján különítjük el:

Aridus: ha a hőmérsékletgörbe a csapadékgörbe felett halad, pontozással jelölik.

Humidus: ha a csapadékgörbe a hőmérséklet görbe felett halad, és a havi csapadék 100 mm alatti, akkor ezt a két görbe közötti sávon függőleges vonalakkal jelöljük.

Szuperhumidus: ha a havi csapadékmennyiség meghaladja a 100 mm-t, akkor fekete színnel jelöljük az illető hónapokat.

A diagramon még feltüntetik havi és abszolút maximumokat, minimumokat; napi közepes ingást, fagyos és fagyveszélyes hónapokat, fagymentes és fagyos napokat.

Előnyei: egyszerűség, szemléletesség.

Hátrányai: az elpárolgás nem lineáris függvénye a hőmérsékletnek.

Az ariditási határértékeknel nem minden területen alkalmazható a 1:2 arány, 0 C° alatti hőmérsékletnél ariditás tekintetében használhatatlan.

A Walter-Lieth diagram módosított formában kitűnően alkalmas az erdészeti klímák elkülönítésére.

III.3.3. Borhidi klimazonális vegetációtípusai

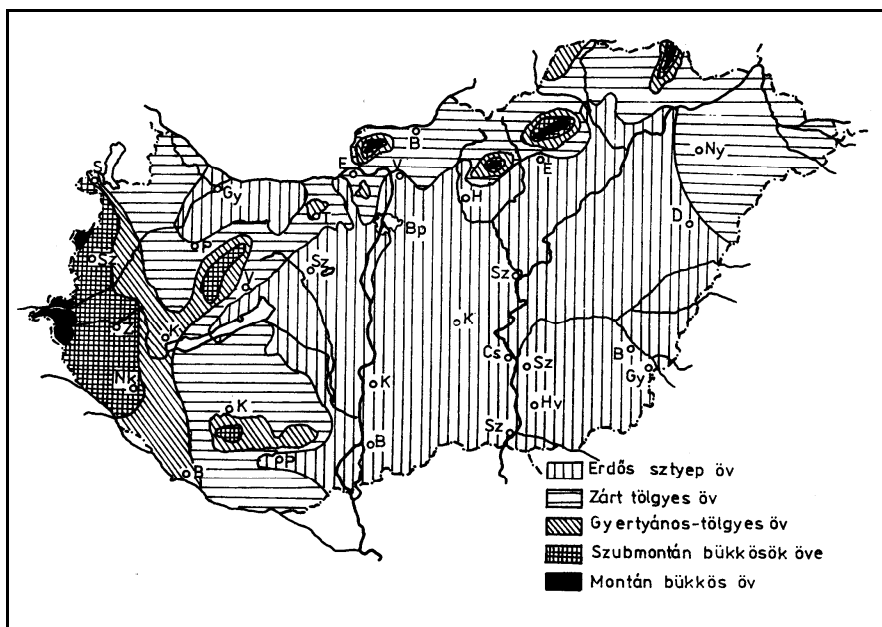
Borhidi Attila- botanikus és növényföldrajzos szakember lévén- hazánk növényföldrajzi adottságait alaposan megismerve jutott arra a gondolatra, hogy a hazánkban tapasztalható vegetáció övek klímaelemzéséhez megfelelő segédeszközt keressen. Ezt az ún. Walter- Lieth féle diagramban találta meg. Hazánk számos meteorológiai észlelőhelyére nézve kidolgozta a Walter- Lieth féle klímadiagramot, és ezzel különféle vegetációöveket tudott jellemezni. Ez erdészeti értékelésre is hasznos módszer, mert ezzel az erdészeti klímakategóriák pontosan meghatározhatók. Borhidi diagramja annyiban különbözik az eredetitől, hogy egy szárazságra hajlamos időszakot is jelölünk, ezt úgy készítjük el, hogy a hőmérsékleti és a csapadékgörbe közé 1:3 lépték aránnyal külön szaggatott görbét rajzolunk, vagyis olyat, amelyben a 10°C

hőmérsékletnek 30 mm csapadék felel meg. Ezt a tenyészidőszakra vonatkozóan készíthetjük el. Borhidi ezen belső görbe futását vette alapul, amikor a klímazonális öveget kívánta jellemezni. A következő övezeteket különítette el.

1. Montán bükkösök öve: A szaggatott vonal a humid mező közepén fut vagy valamivel felette. (Kékes tető)
2. Szubmontán bükkösök öve: A szaggatott vonal a humid mező középső harmadában fut. (Farkasgyepű)
3. Gyertyános-tölgyesek öve: A szaggatott vonal a nyár végén az alsó harmadban van. (Zirc)
4. Zárt tölgyesek öve: A szaggatott vonal erősen megközelíti, néha el is éri a hőmérsékleti görbét. (Salgótarján)
5. Erdőszyepp öv: A szaggatott vonal a hőmérsékleti vonal alá fut. Ezzel „szárazságra hajlamos” időszakot jelez.

Ennek Borhidi két változatát különítette el: 5.a. A szubmediterrán erdőszyepp klíma: Jellemzi a kettős csapadék maximum, valamint a nyárközépi száraz időszak. (Budapest)

5.b. A kontinentális erdőszyepp klíma: A csapadék maximuma nyár közepén van, előtte kisebb tavaszi és kifejezettebb nyárutói- őszeleji száraz időszak. (Püspökladány) (Borhidi, 1961)



10. ábra: Borhidi klímazonális vegetáció térképe

IV. Anyag és módszer

- Az új klímaindex bemutatása
- A szükséges meteorológiai adatok számítása
- Az erdészeti klímazónák elhelyezkedésének megismerése céljából sík fekvésű mintaterületek kiválasztása
- A meteorológiai adatok felhasználásával 50-100 m-enként a klímaindex és a Borhidi féle klímazonális vegetációtípus meghatározása
- A módszer terepi ellenőrzése
- A módszer kiterjesztése a Soproni-hegyvidék összes erdőrészletére
- Raszteres klímaterkép készítése Digiterra Map program segítségével

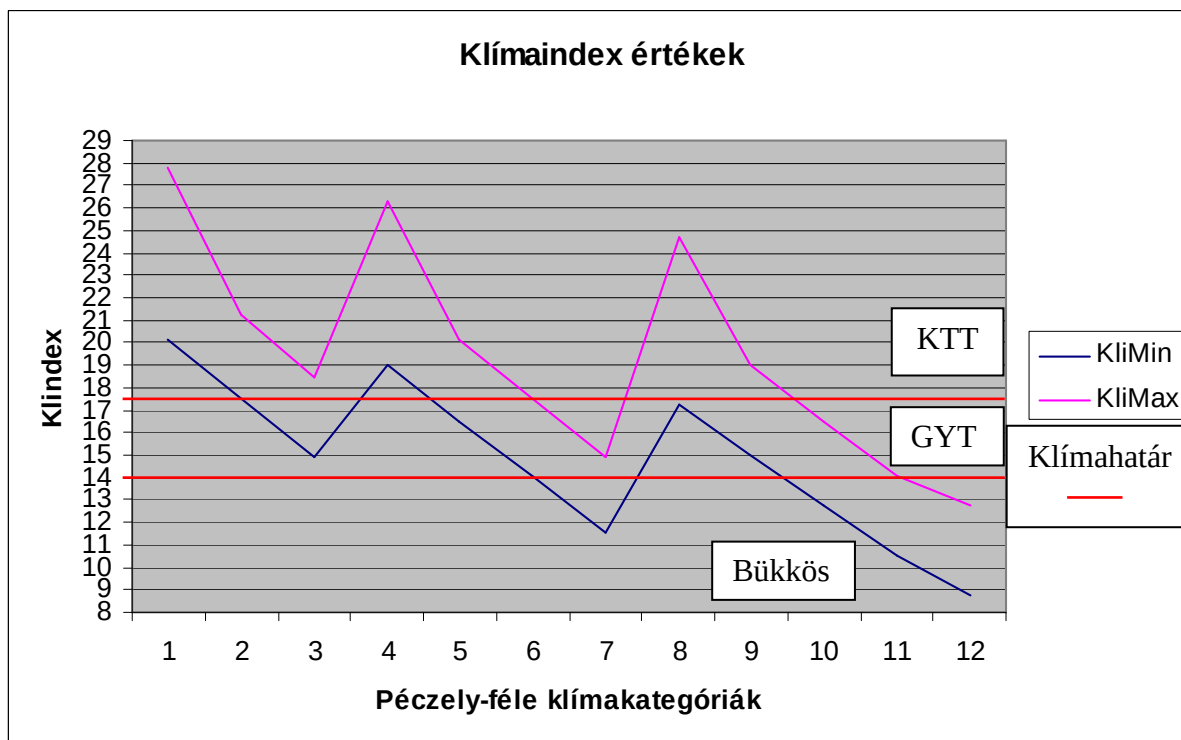
IV.1. Az általunk használt klímaindex és klímaosztályozási mód

Az index kiválasztása során a bevezetőben is említett egyik legfontosabb szempont az volt, hogy a lejtő klímamódosító hatására érzékenyen reagáljon. A sugárzásháztartásbeli eltérések elég jelentősek lehetnek a különböző kitettségű és lejtőkű részletek esetén (gondoljunk csak a szőlőtermesztésre). Ennek az elvárásnak természetesen olyan index felelt meg, amely számol a sugárzással. A másik elvárás, hogy a növényzet milyenségére is lehessen következtetni az értékekből. Ezeknek a követelményeknek a Budiko index felelt meg a legjobban, mert már Budiko is alkalmazta a növényzeti övek meghatározására, és a képletben szerepel a sugárzási egyenleg is. Budiko rendszerét Péczely finomította tovább. Péczely a Budiko-féle ariditási index és a tenyészidőszaki középhőmérséklet segítségével magyarországi viszonyok között felállított 12 klíma osztályt. Ezzel a rendszerrel az a baj, hogy kategóriapárok segítségével történik a besorolás, emiatt a rendszer túl merev és nehezen kezelhető. A klímaindexünk ettől annyiban különbözik, hogy mi a vízellátottsági és hőellátottsági értékeket összeszoroztuk. Az elméleti alapot a VI. Erdő és klíma konferencián Dr. Vig Péter által bemutatott „A sugárzás szerepe erdeink klimatikus viszonyainak meghatározásában” című előadás szolgáltatta.

Erdészeti klímák határai a Soproni-hegyvidéken a klímaindex szerint:

bükkös klíma	$K_i < 14$
gyertyános-tölgyes klíma	$14 < K_i < 17,5$
zárt tölgyes	$17,5 < K_i < 21$
erdőssztyepp	$21 < K_i$

No.	Hőellátottság	Vízellátottság	tmin	tmax	Hmin	Hmax	KliMin	KliMax
1	Meleg	száraz	17.5	18.5	1.15	1.5	20.125	27.75
2		mérsékelten száraz	17.5	18.5	1	1.15	17.5	21.275
3		mérsékelten nedves	17.5	18.5	0.85	1	14.875	18.5
4	Mérsékelten meleg	száraz	16.5	17.5	1.15	1.5	18.975	26.25
5		mérsékelten száraz	16.5	17.5	1	1.15	16.5	20.125
6		mérsékelten nedves	16.5	17.5	0.85	1	14.025	17.5
7		nedves	16.5	17.5	0.7	0.85	11.55	14.875
8	Mérsékelten hűvös	száraz	15	16.5	1.15	1.5	17.25	24.75
9		mérsékelten száraz	15	16.5	1	1.15	15	18.975
10		mérsékelten nedves	15	16.5	0.85	1	12.75	16.5
11		nedves	15	16.5	0.7	0.85	10.5	14.025
12	Hűvös	nedves	12.5	15	0.7	0.85	8.75	12.75



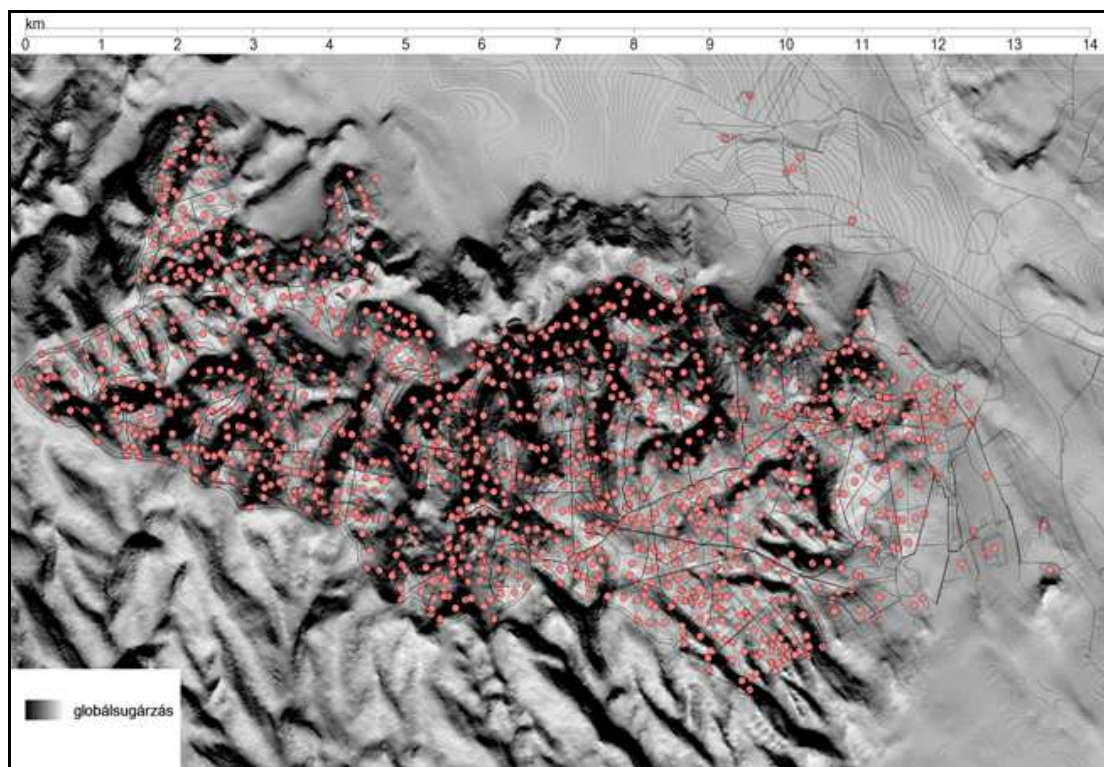
11.ábra: A klímaindex a Péczy-féle klímakategóriák függvényében

A klímaindex értékeket a Péczy-féle klímakategóriáknak megfelelően, és grafikusán ábrázolva két egymással szinte párhuzamos görbét kapunk, melyek határozott maximumokkal, és minimumokkal rendelkeznek. Az erdészeti klímakategóriák általunk meghúzott határait ábrázolva három területre osztjuk fel a grafikon mezejét. Rögtön láthatóvá válik, hogy az egyes Péczy-féle klímakategóriákban, milyen klímaindexek értékek esetén fordulnak elő az adott erdészeti klímák. Ebből az is kiderül, hogy Péczy rendszere önmagában alkalmatlan lenne az erdészeti klímakategóriák elkülönítésére.

IV.2. Az egyes erdőrészletek meteorológiai adatainak meghatározása

A terepi munkák lezárulása után az adatok feldolgozásának láttunk neki. A fel nem keresett részletek földrajzi koordinátáit is meghatároztuk. A Digiterra program segítségével meghatároztuk az összes soproni-hegyvidéki részlet súlypontját, majd a súlypontoknak már egyszerű volt leolvasni a térképről az EOVS koordinátáit, és a magasságukat. A térképek szerkesztésekor nagy segítségünkre volt Dr. Király Géza. A hőmérséklet adatok két mérőállomásról származtak, az Erdőmérnöki Kar által fenntartott botanikus kerti (230 m) klímaállomásról és a

hidegvíz-völgyi bükkös erdőrézletben található mérőtoronyból (530 m). A csapadék adatokat az előbb említett két mérőállomáson kívül a következő mérőhelyekről szereztük be: Muck, Fáber-rét, Görbehalom, Hidegvíz-völgy. A Soproni-hegyvidéken megfigyelhető egy kelet-nyugati irányú magassági gradiens. Ezt jól jellemzi, hogy a két mérőhely között kb. 300 m a szintkülönbség, és viszonylag nagy a távolság. Ez lehetővé teszi a hőmérséklet és a csapadék adatok interpolálását. Előtte a hőmérséklet adatokból napi, majd havi átlagokat kellett képezni, aztán ebből tudtunk tenyészidőszaki középhőmérsékletet számolni, aztán ezeket is átlagoltuk. Csapadék esetén napi, majd havi összegeket képeztünk, végül pedig kiszámoltuk az évi összegeket, melyekből szintén átlagot vontunk. Az évi globálisugárzás összegeket a Móricz Norbert által elkészített digitális globálisugárzás domborzat modellről olvastuk le.



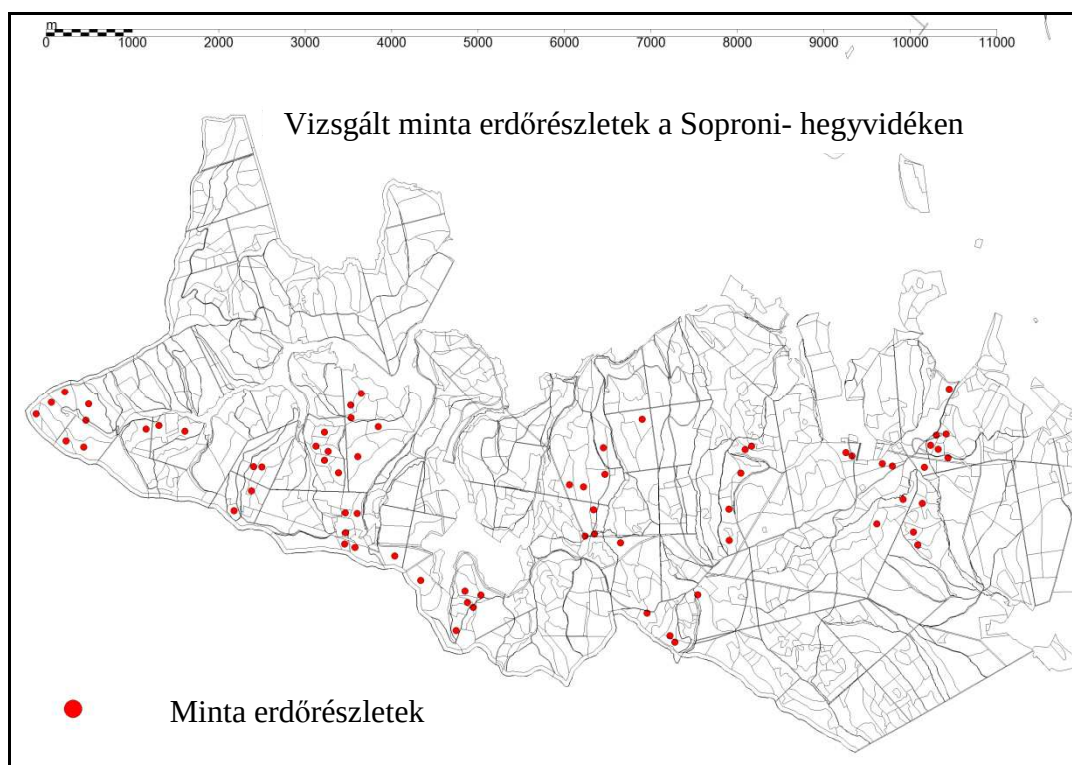
12. ábra: A digitális globálisugárzás domborzat modell és az erdőrézlet poligonok súlypontjai

A „Dávid-Takács-Tiringer” módszer (Dávid et al. 1990) és a hidegvíz-völgyi bükkösben lévő mérő torony 23 és 30 m-es szintben lévő szenzorok 2007, 2008 és 2009-es évek globál sugárzás összegeinek a sugárzási egyenleggel való összefüggése alapján számoltunk az erdőrézletek globálisugárzás adataiból sugárzási egyenleget. A sugárzási egyenleg, és a csapadék adatokból Budiko-féle ariditási indexet számoltunk. Dr. Vig Péter által kidolgozott módszer szerint összeszoroztuk a tenyészidőszaki középhőmérsékletet az ariditási indexszel.

Az erdészeti klímakategóriák határértékeinek meghatározása a terepi megfigyelések és egyéb klímaindexek segítségével történt. Végül a kiszámolt értékek térképi megjelenítése, és az üzem tervi adatokkal való összehasonlítása következett.

IV.3. A vizsgált erdőrészek kigyűjtése és terepi felvételezése

Vizsgálódásaink kezdetén először is szükségünk volt a Soproni-hegyvidék erdőrészeinek adatállományára. Ezt egy excel fájlban rendelkezésünkre is bocsátották. Az excel fájlból ki kellett szűrni azokat a részeket, amelyekre szükségünk volt. Elsődleges kritériumok, a klímajelző és őshonos fafajok jelenléte volt. Elegyarányuknak el kellett érnie a 80-100%-ot, aztán figyeltük a kort, itt 20 év volt a minimum; és figyelembe vettük még a fagyléc és csúcscsáradás arányát. Ezek nagyrészt klimatikus károsodások, de egyéb okaik is lehetnek. Azt jelzik, hogy a fa nincs a számára megfelelő klímában. A csúcscsáradás hosszan tartó vízhiányt jelez főleg kocsánytalan tölgyön találtuk. A cser esetében a fagyléc azt jelzi, hogy túl hideg a klíma, vagy túl nedves a termőhely. Néhány esetben kocsánytalan tölgyön is találtunk, de egyáltalán nem volt jellemző. Sikerült kiszűrni kb. 200 erdőrészt. Ezeket a részeket az erdőtervi térképen bejelöltük. A különböző fekvésű, kitettségű és lejtőkű részek közül kiválasztottunk kb. 100 részt. Ezek voltak a vizsgált mintaterületeink.



13. ábra: A vizsgált részek a Soproni-hegyvidéken

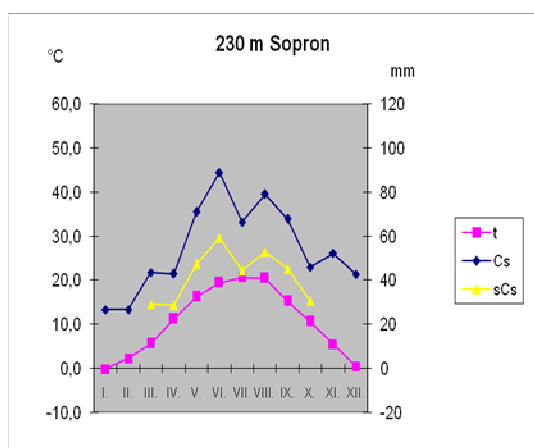
Módszerünk a következő volt:

A vizsgált részletek terepen való felkeresése. Az adott részletben felvettünk egy pontot, amelynek GPS segítségével meghatároztuk a magasságát, és EOVS koordinátáját. Majd a Mayer-féle erdőtípológia alapján megállapítottuk az erdőrészlet erdőtípusát. Fényképeket készítettünk minden részletről. Becsültük a záródást, a lejt fokot, és iránytű segítségével meghatároztuk a kitettséget. Feljegyeztünk még egyéb információkat is, amit fontosnak véltünk. Pl.: egy- vagy kétszintes a lombkoronaszint, milyen a fa- és cserjefajok találhatók a területen. Ezzel az volt a célunk, hogy képet alkossunk az erdőrészletről, később a klímahatárok megállapításánál, térképek rajzolásakor a terepi tapasztalatokra is hagyatkozhattunk, amelyek segítségével módosításokat eszközölhetünk az elméleti számításokban. A terepi beazonosítás GPS segítségével nagyon egyszerű volt. Inkább az okozott problémát, hogy a részletek egymástól nagyobb távolságra voltak, kisebb nagyobb csoportokban szétszórva a hegyvidéken. Ezeket a nagyobb csoportokat, ezért autóval kerestük fel, majd végigjártuk a közelben található részleteket, és ismét autóba ültünk, hogy a következő csoporthoz hajtsunk. Ezzel egy kicsit sikerült meggyorsítani a terepi munkát.

IV.4. A klímaindex és a Borhidi féle klímazonális vegetációtípus változása a magasság függvényében.

A 230 m-es tengerszint feletti magasságra számított értékek és a Walter diagram

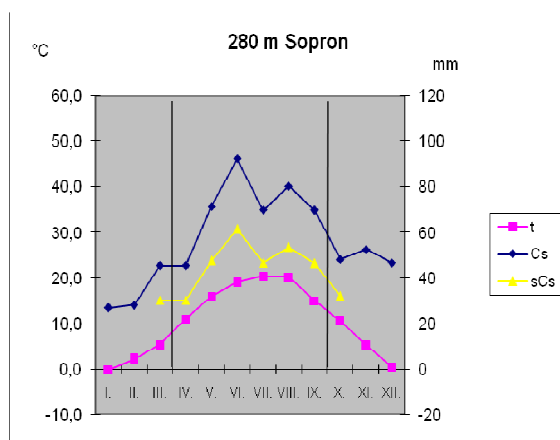
1	SE(MJ/m ²)	Cs(mm)	H	T(t _i (C°))	Ki	Péczely	Borhidi
	2125,41	669	1,27	15,6	19,82	mérs.hűvös, száraz	KTT



A Budiko index 1,15 fölé esik, a tenyészidőszaki középhőmérséklet 15 és 16,5°C közé, emiatt Péczely a mérsékelt hűvös, száraz kategóriába sorolja. Borhidi vegetáció térképe szerint a zárt tölgyes övben van. A Walter diagramon jól látható, hogy a süllyesztett csapadékgörbe megközelíti, és el is éri a hőmérséklet vonalat. Ebből egyértelműen következik, hogy zárt tölgyes klímát jelez. A gyertyános-tölgyes klíma alsó határát 250 m-es magasságban helyeznénk el. A klímaindex egyértelműen zárt tölgyes klímát jelez.

A 280 m-es tengerszint feletti magasságra számított értékek és a Walter diagram

2	SE(MJ/m ²)	Cs(mm)	H	T(t,(C°))	Ki	Péczy	Borhidi
	1933,44	689,41	1,12	15,32	17,19	mérs. hűvös, mérs. száraz	GY-T

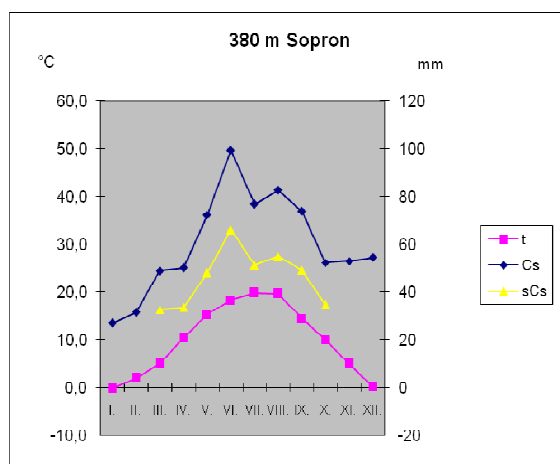


A 280 m-en már a gyertyános-tölgyes klímában vagyunk. A Budiko index 1,0 és 1,15 közötti értéket mutat, ezért Péczy klímakategóriája mérsékelten hűvös, mérsékelten szárazra módosul. A vegetáció térképen szintén a gyertyános-tölgyesek övében vagyunk. A Walter diagram is ezt támasztja alá, a csapadék görbe magasabban fut, és már nem éri el a hőmérséklet

vonalat. A klímaindex értéke is ezt jelzi. Jól érzékelhető ezen a két diagramon a júliusi és augusztusi csapadék maximum, és egy őszi végi kisebb maximum is.

A 380 m-es tengerszint feletti magasságra számított értékek és a Walter diagram

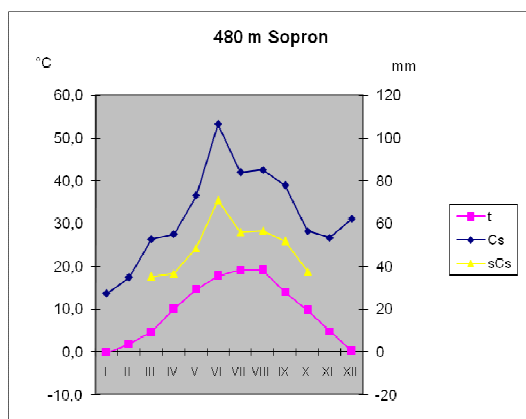
3	SE(MJ/m ²)	Cs(mm)	H	T(t,(C°))	Ki	Péczy	Borhidi
	1918,74	728,06	1,05	14,8	15,6	hűvös, mérs. száraz	GY-T



380 m-es magasságban a Walter diagram még markánsabban jelzi a gyertyános-tölgyes klímát. A vegetáció térkép is ugyanezt mutatja. A tenyészidőszaki középhőmérséklet 12,5 és 15°C közé esik, ezért a Péczy-féle klímakategória hűvös, mérsékelten szárazra módosul. A klímaindex értéke is fokozatosan csökken, ahogy növekszik a tengerszint feletti magasság, de még gyertyános-tölgyes klímát jelez.

A 480 m-es tengerszint feletti magasságra számított értékek és a Walter diagram

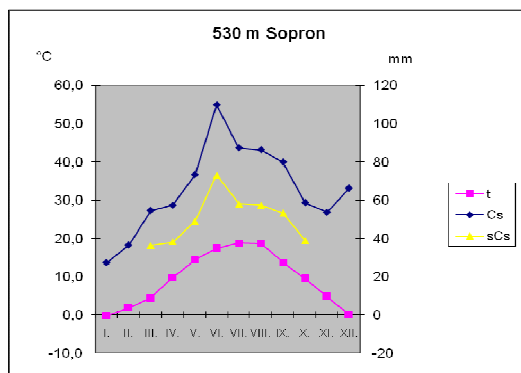
4	SE(MJ/m ²)	Cs(mm)	H	T(t,(C°))	Ki	Péczy	Borhidi
	1953,5	768,27	1,02	14,25	14,5	hűvös, mérs. száraz	B



480 m-en a Walter diagram bükkös klímát jelez. Humidabb képet mutat, mint valójában kellene. Ebből kifolyólag a vegetáció sem mutat más képet. Péczy klíma kategóriája nem változik, annak ellenére, hogy a tenyészidőszaki középhőmérséklet és a Budiko index is csökken. A klímaindex jól mutatja a 1,1-es különbséget az előbbi részlettel szemben, de még a gyertyános-tölgyes klímában vagyunk.

A 530 m-es tengerszint feletti magasságra számított értékek és a Walter diagram

5	SE(MJ/m ²)	Cs(mm)	H	T(t,(C°))	Ki	Péczy	Borhidi
	1869,95	785,58	0,95	14,02	13,35	hűvös, mérs. nedves	B



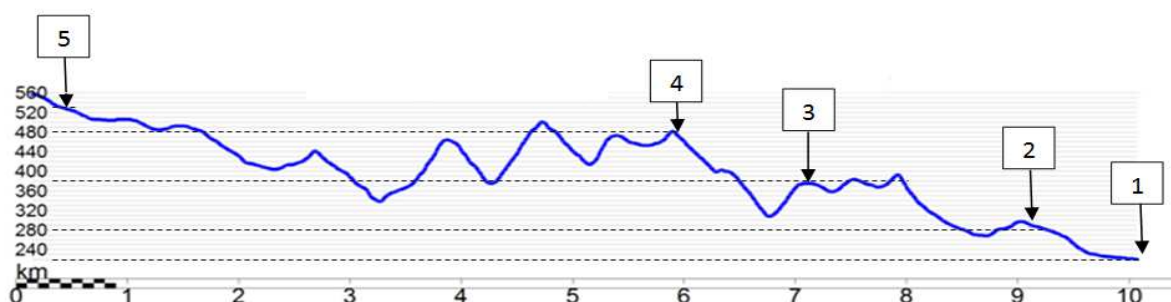
530 m-en a Walter diagram szerint bükkös klíma uralkodik. Egyértelmű, hogy a vegetáció térkép is ezt mutatja. De már a Budiko index értéke is 0,85 és 1,0 közé esik, így Péczy klímakategóriája hűvös, mérsékelt nedvesre módosul. A klímaindex értéke szerint is bükkös klímában járunk. A bükkös klíma alsó határát 500 m-re tennénk. A zonális klímahatárok, csak sík fekvés, vagy tájékozódás esetén használhatók fel részlet szinten.

Összefoglalva az eddigi eredményeket: A Soproni-hegyvidéken a gyertyános-tölgyes alsó és felső határára vagyunk kíváncsiak, amik egyben a zárt tölgyes felső és a bükkös klíma alsó határa. A zárt tölgyes klíma felső és a Gy-T klíma alsó határa: 250 m; a Gy-T klíma felső és a B-s alsó határa: 500 m (A Walter diagram a valóságosnál kicsit humidabb képet mutat, mert már 480 m-en bükkös klímát jelez.)

V. Eredmények

A Walter diagramok és a kiszámolt klímaindex értékek alapján a Soproni-hegyvidéken az erdőklímákat zonálisan és részlet szinten is behatároljuk. Az elkészült térképen ez nagyon szemléletesen látható.

V.1. A zonális klímahatárok a Soproni-hegyvidéken a Walter diagramok alapján



14. ábra: A Soproni-hegységnek a Szent István akna és a Botanikus kert közötti domborzati metszete (1: Botanikus kert, 2: Sörházdomb, 3: Fáberrét, 4: Várhely, 5: Szent István akna)

A számokkal jelölt magasságokban lévő erdőrészekre Walter diagramokat illesztettünk, klímaindexeket számoltunk ki, és elhelyeztük őket Péczely és Budiko rendszerében.

A Walter diagramok segítségével a zonális határok könnyen megállapíthatók, de az azonos magasságú, eltérő kitettségű részeket klímája közti különbségekre teljesen érzéketlen. Ezeken a határokon számolt klímaindexek viszonyítási alapul fognak szolgálni a lejtős területeken lévő részeket klímaindexeihez képest.

V.2. A domborzat hatása a klimatikus viszonyokra

Jelen dolgozatunk célja a lejtő klímamódosító hatásának a kimutatása. A 350 és 400 m-es tengerszint feletti magasságban kiválasztott különböző kitettségű részeket alapján fogjuk ezt bemutatni. Azért választottuk ezt a magasságot, mert itt van arra lehetőség, hogy egyszerre megjelenjen a három klímakategória: a zárt tölgyes, a gyertyános-tölgyes és a bükkös.

1. táblázat: A Gy-T-es klímazónában elhelyezkedő különböző kitettségű és lejtőkű erdőrészek klímaindex adatai

erdőrész.	TFM(m)	FEK	LEJT(°)	SE(MJ/m ²)	CS(mm)	H	T((t _i)C°)	Ki
92 B	352,41	K	4	1943,19	717,15	1,08	14,95	16,20
92 H	371,79	K	6	1941,47	724,77	1,07	14,84	15,91
98 A	354,97	NY	5	1784,33	718,15	0,99	14,93	14,84
101 N	354,93	D	5	2241,49	718,14	1,25	14,93	18,64
113 D	372,82	NY	4	1973,61	725,18	1,09	14,84	16,15
124 F	389,36	É	6	1726,10	734,51	0,94	14,75	13,92
132 D	380,23	K	5	1843,28	728,09	1,01	14,80	14,99
134 B	389,92	NY	5	2009,61	731,90	1,10	14,75	16,20
190 D	366,29	D	3	2149,00	722,61	1,19	14,87	17,69
201 A	373,65	É	4	1669,20	725,50	0,92	14,83	13,65

(jelmagyarázat: TFM=tengerszint feletti magasság, FEK=fekvés, LEJT=lejtés 3=5-10° 4=10-15° 5=15-20° 6=20-25°, SE=sugárzási egyenleg, CS=csapadék, H=Budiko index, T(t_i)=tenyészidőszaki középhőmérséklet, Ki=klímaindex)

Az erdőrészek közül ezek feleltek meg legjobban az elvárásainknak. A tengerszint feletti magasságban (350 és 390 m) 40 m nagyságú a szintkülönbség. A klímaindex értékek 13,65-18,64 között mozognak. A legkisebb értékeket az északi kitettségű részek adják, melyek már a bükkös klímában találhatók (<14,0). A keleti és a nyugati részek végig a gyertyános-tölgyes klímában maradnak (14,0-17,5).



1 kép: 132 D részlet

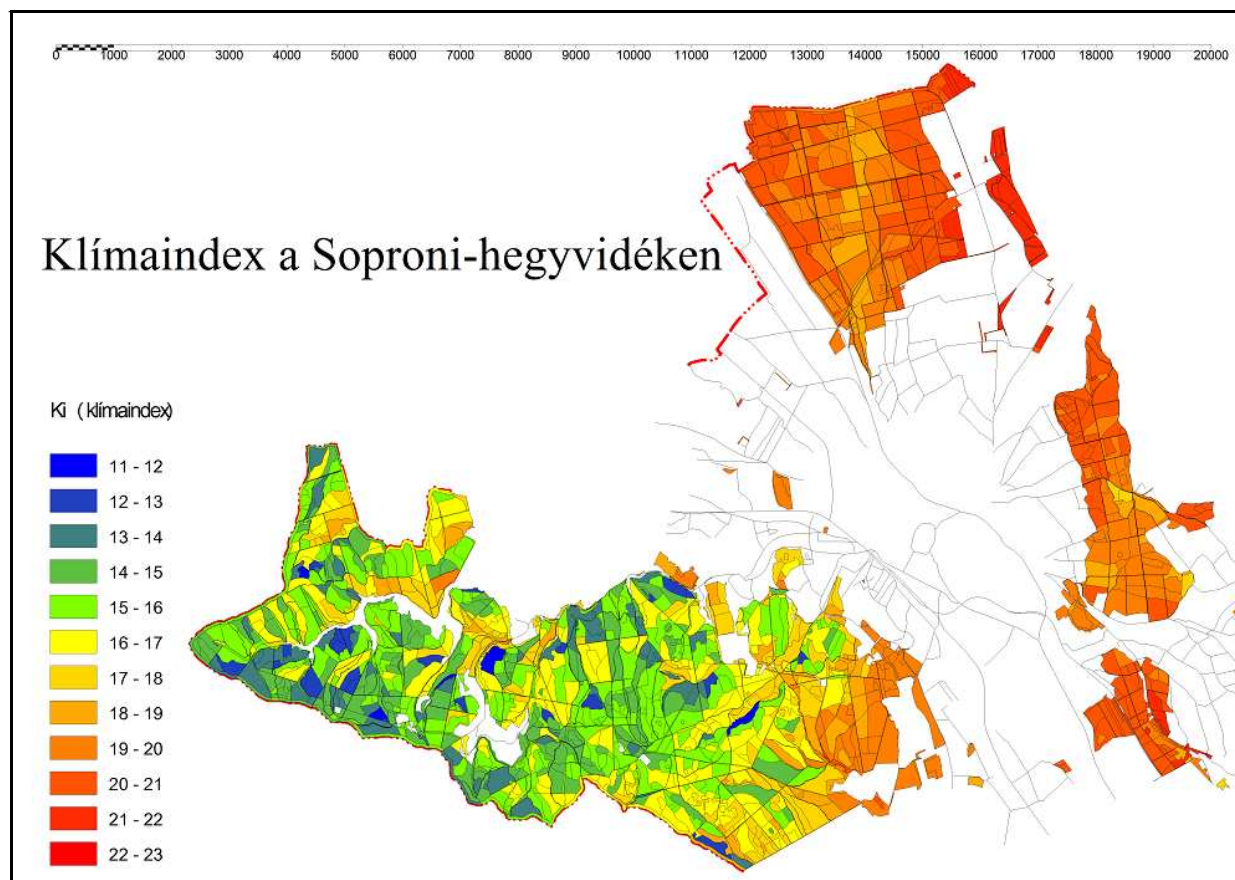
A déli részletek a 17,5-es határ fölé kerülnek, így ezek már zárt tölgyes klímába tartoznak. Jól látszik mennyire fontos a részlet finomságú klíma meghatározás, ha egy klíma zónán belül jelen lehet egyszerre a három erdészeti klíma kategória, különleges esetben egymás közvetlen szomszédságában. Az kiválasztott részletek nagy lejtésűek voltak, de nem törvényszerű, hogy ebben a magasságban minden déli lejtésű részlet a zárt tölgyes klímába, az északiak pedig a bükkös klímába essenek. A megállapított törvényszerűségek érvényesek más erdőrészletekre is.



2. kép: 92 H részlet

V.3. A Soproni-hegyvidék klímaterképei

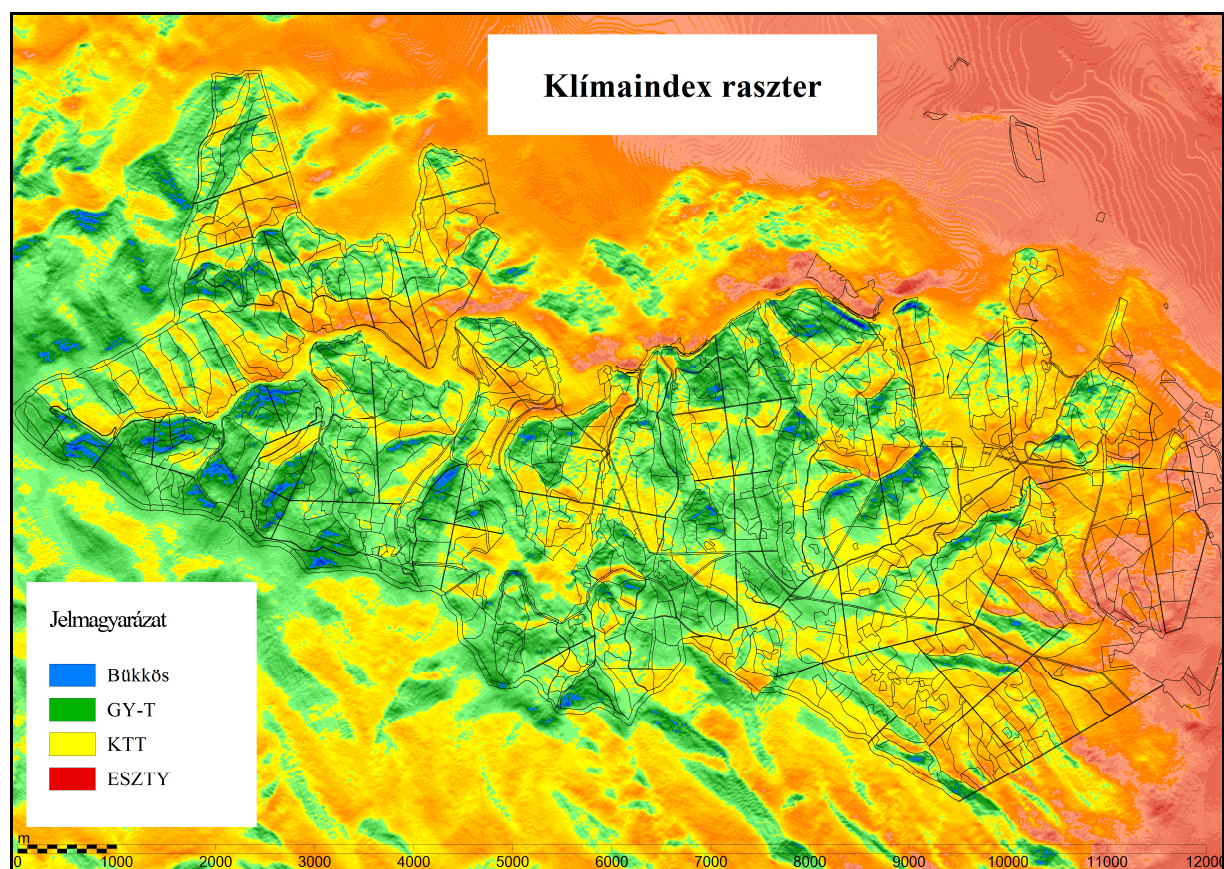
Miután kiszámoltuk az összes hegyvidéki részlet klímaindexét, a kapott adatok segítségével elkészíthettük a térképeket. A kész térképek alapján az üzemtervi adatokkal való összevetést is könnyen megtehettük, ami a várt eredményekhez vezetett.



15. ábra: A Soproni-hegyvidék erdőrészeleteinek klímaindex értékei

A térkép jól mutatja a hegyvidék mezoklimatikus tagoltságát, ami az orográfiai viszonyokhoz többé-kevésbé igazodik. Jól látható viszont az is, hogy a klímaindex finomabb osztályozásokra is alkalmas. Ha nem ragaszkodunk mereven a négy klímakategóriához, elég minden erdőrészlethez a klímaindexét párosítani, ami sokkal több információt szolgáltat számunkra.

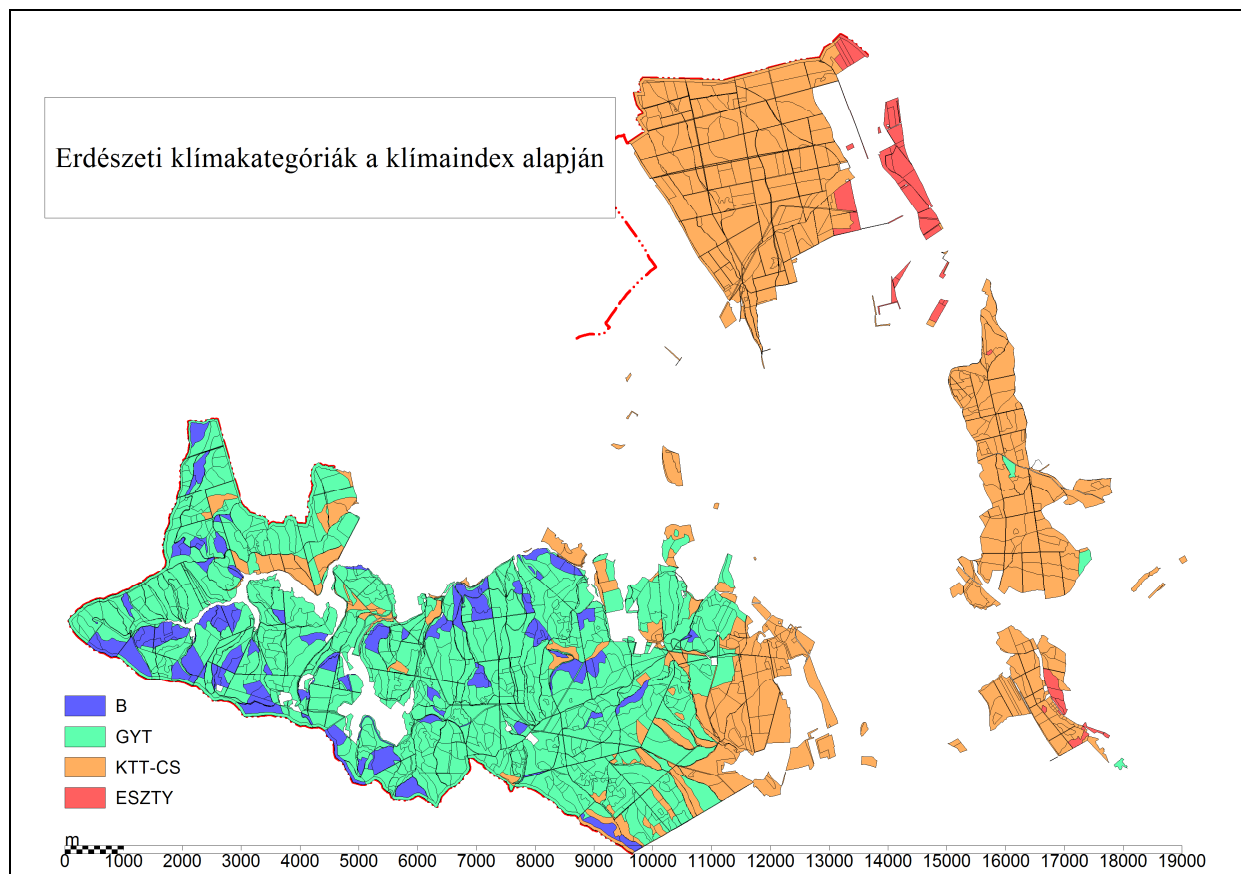
V.4. Raszter



16. ábra: A klímaindex hegyvidéken ábrázolt raszteres térképe

A raszteres klímaindex térképet egy domborzat térkép (Digitális Domborzat Modell, lásd: DDM) segítségével készítettük, azaz a magasságadatokhoz hozzárendeltük az adott pontok ismert meteorológiai adatait. Ezután a már ismertetett klímaindex szerint írtunk egy algoritmust, mely a sugárzás raszter térképét és a DDM-et alkalmazza, így kaptuk az alábbi térképet, ahol feltüntettük a jelmagyarázatban, hogy a különböző erdőklíma kategóriákba, milyen színekkel jelölt adattartományok tartoznak. A raszter térkép esetében igen jól látható, hogy sokkal részletesebb az előbbi erdőrészlet térképpel szemben, mely esetében a súlypontokra számítottuk a klímaindex értékét. Igen finoman megmutatkozik a térképen, hogy egy erdőrészleten belül több klímakategóriát is fellelhetünk. Az erdész ismeri az erdőrészletek mezoklimatikus viszonyait, és ezzel a térképpel alá lehet támasztani a gyakorlatban tapasztaltakat. Ezeket a lehetőségeket az erdőtervezésben is jól lehet hasznosítani. Azonban

fontosnak tartottuk a megfeleltetést a kategóriák és az indexszámok között, ezért megtörtént a négy osztályra történő felosztás is.

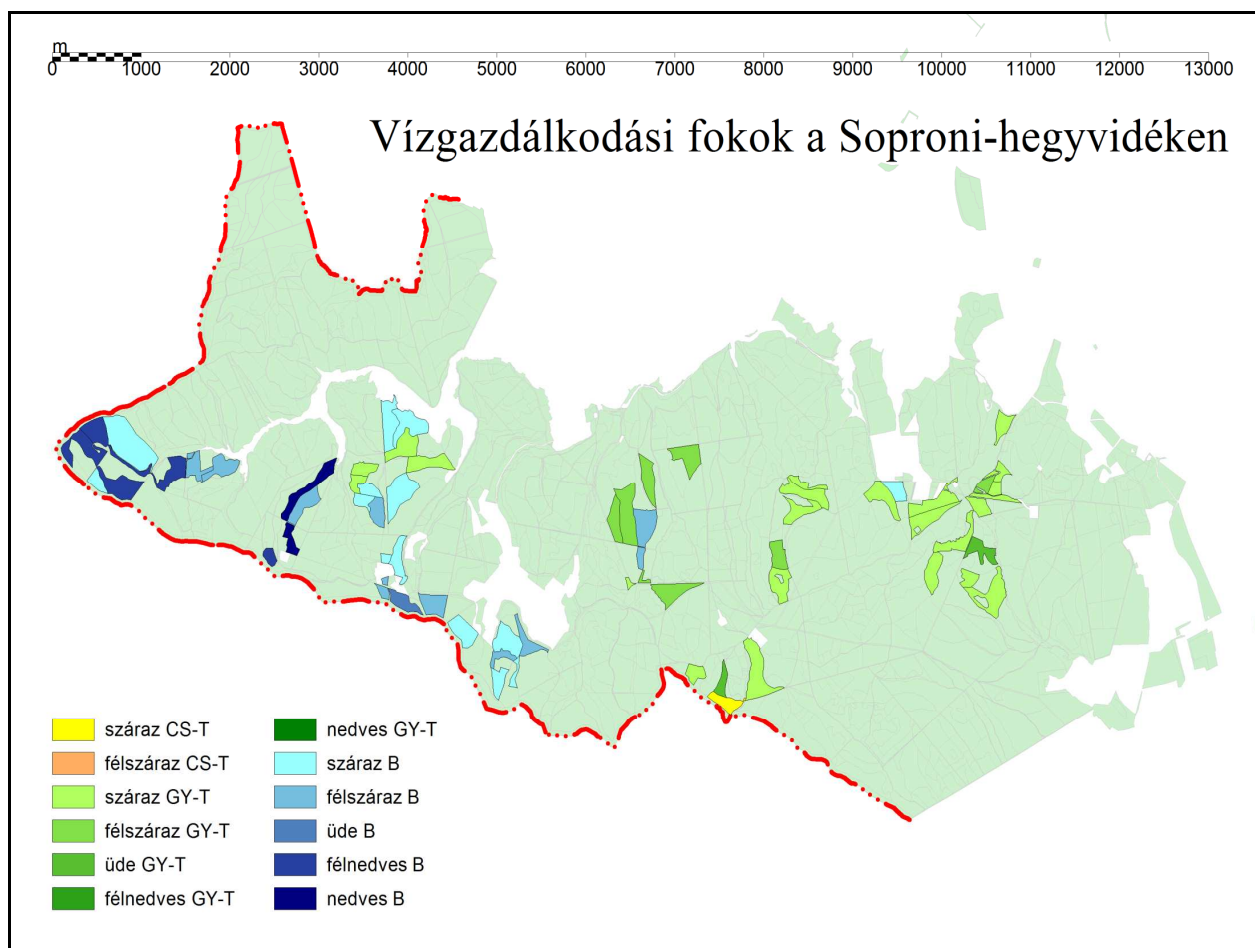


17. ábra: Az erdészeti klímakategóriák elhelyezkedése a Soproni-hegyvidéken a klímaindex szerint

A korábban szerepeltetett üzemtervi adatokból készült térképpel szemben jelentős különbségek fedezhetők fel. A klímaindex térkép részlet finomságú, míg az üzemtervi a Soproni-hegyvidék egyes részein legjellemzőbb klímákat nagyobb összefüggő tömbökben ábrázolja, és feltehetően korábbi adatbázisra támaszkodik. Ez utóbbi egy kissé elnagyolt, és ma már mindenképpen szükség van a részlet szintű klíma meghatározásra, vagy akár a raszteres domborzat modell segítségével finomabbra is. A klímák részarányaiban is adódik különbség. A bükkös klíma területi részesedése a Soproni-hegyvidéken az indexszámok szerint kisebb, ebből kifolyólag a gyertyános tölgyesé és a zárt tölgyesé nagyobb, mint az üzemtervi adatok esetében. Ez a különbség a meteorológiai adatok múlt századi megváltozásaiból is adódhat.

V.5. A vízgazdálkodási fok és az erdőklíma kapcsolata

A terepi felvételezések során a Mayer-féle tipológia segítségével erdőtípusokat is meghatároztunk. Ez a módszer mostanában egy kicsit háttérbe szorult, pedig egyszerűsége és közérthetősége miatt, használata számunkra nagyon hasznos volt. Ezeket az információkat is megpróbáltuk beépíteni a dolgozatba, ezért valamiféle kapcsolatot kerestünk az erdőtípusok vízgazdálkodási foka, és az erdő klíma között. Az összefüggést nem sikerült megtalálni. Valószínűleg a talaj víztartó képességével, és a lehullott csapadék mennyiséggel, vagy a többlet vízhatással van kapcsolatban. A csapadék mennyisége a Soproni-hegyvidéken keletről nyugatra haladva fokozatosan nő, amit a vízgazdálkodási fokok egyre nedvesebbé válása is alátámaszt.



18. ábra: A vízgazdálkodási fok és a klímaindex kapcsolata

VI.1. Összefoglalás

A klíma indexeket és a klímaosztályozási módszereket tanulmányozva azt tapasztaltuk, hogy az erdészeti klímák pontos és objektív megállapítása nehezen megoldható. Célunk egy olyan módszer kidolgozása volt, amelynek segítségével pontosan és egyszerűen meghatározhatók az erdészeti klímakategóriák. Ez a gyakorlatban való elterjedést is elősegíti, ha igazolja felhasználhatóságát. Emellett fontosnak tartottuk a részlet szintű, vagy ennél finomabb klíma meghatározást, amely lehetővé teszi a mezoklimatikus viszonyok vizsgálatát. Mindezt a globális problémák is sürgetővé teszik. A világméretű felmelegedés lokális szinten való megjelenése a növényzeti övek eltolódását fogja okozni, ez főleg a határokon fog jelentkezni, s ezért nem lesz mindegy, hogy adott részletben milyen fafajt részesítünk előnyben. A fafajok alkalmazkodó képességének határai végesek. Vajon 100 év múlva is jól fogja-e érezni magát ott az adott fafaj? Ezek nagyon fontos kérdések. Munkánk során próbáltuk megtalálni a legmegfelelőbb módszert a korábban említett problémák megoldására. A klímaosztályozáshoz a következő éghajlati skálákat használtuk fel: Köppen- és Péczy-féle éghajlat típusokat; topoklimatikus mutatókat; a különböző mezoklíma típusrendszerek közül (Járó, Borhidi és Koncek, stb.) A részlet szintű klíma meghatározáshoz olyan éghajlati mutatóra volt szükség, amely a változó domborzattal együtt módosul. Ez az éghajlati mutató a sugárzás, ezért olyan indexet kerestünk, amelynek ez szerepel képletében. Ezeknek az elvárásoknak a Budiko index felelt meg a legjobban, ennek is a Péczy által finomított rendszere. A zonális klíma határok meghatározásához Borhidi klímazonális vegetációtípusait (Walter diagramok alapján) használtuk fel. Első lépésként a minta részleteinket kellett kiválogatni. Ezeket a Tanulmányi Erdőgazdaság 2004-es erdőtervi adatállományából kerestük ki. A szempontjaink: az állomány őshonos, klímajelző fafajokból álljon, kora legalább 20 év, és a különböző kitettségek és lejtfokok mindegyikéből legyenek részleteink. A kiválogatott részleteket a terepen felkerestük, hogy a kiszámolt index számok és a klíma határok a valós kép alapján módosíthatóak legyenek. A terepi felvétel során meghatároztuk az EOY koordinátákat, tszfm.-ot, a kitettséget, az erdőtípust, becsültük a záródást és a lejtfokot. A hőmérséklet adatokat a Botanikus kerti mérőállomás és a hidegvíz-völgyi bükkös mérőtornyából származnak, a csapadék adatokat az előbb említett két mérőállomáson kívül a következő mérőhelyekről szereztük be: Mukk, Fáber-rét, Görbehalom, Hidegvíz-völgy. A Soproni-hegyvidéken megfigyelhető egy kelet-nyugati irányú magassági gradiens, ezért lehetséges a csapadék és hőmérséklet adatok interpolálása. Az évi globálisugárzás összegeket a Mórincz Norbert által elkészített digitális globálisugárzás domborzat modelltől olvastuk le. A „Dávid-Takács-Tilinger” módszer és a hidegvíz-völgyi bükkösben lévő mérőtorony 23 és 30 m-es

szintben lévő szenzorok 2007, 2008 és 2009-es évek globálsugárzás összegeinek a sugárzási egyenleggel való összefüggése alapján számoltunk az erdőrészetek adataiból sugárzási egyenleget. A sugárzási egyenleg, és a csapadék adatokból Budiko-féle ariditási indexet számoltunk. Dr. Vig Péter módszere alapján összeszoroztuk a tenyészidőszaki középhőmérsékletet az ariditási indexszel, így a Péczely-index kategóriáinál sokkal kezelhetőbb számokat kaptunk. Ezt Dr. Vig Péter nyomán klímaindexnek neveztük. A zonális klíma határok meghatározását a Walter diagramok segítségével végeztük el, ahol az adott magasságú részetek diagramját a klímaindex értékekkel is összevetettük. A klímaindexeket a Soproni-hegyvidék összes részletére kiszámoltuk. Majd az általunk bejárt részetek közül kiválasztva néhányat vizsgáltuk a domborzattal és a tengerszint feletti magassággal való összefüggéseit. Végül megrajzoltuk a hegyvidék klímaindex térképét. Ezt két féleképpen is elkészítettük: az egyik az erdőrészetek súlypontjaira kiszámolt index számokból elkészített részlet finomságú térkép, míg a másik raszteres modell sokkal nagyobb felbontással rendelkezik, itt nem ragaszkodtunk az erdőrészetek szabta merev határokhoz. Meghatároztuk a klímaindex határait, a klímakategóriák függvényében, ezután az üzemtervi klíma térképpel is összehasonlítottuk. Az összehasonlítás során a várt eredményeket kaptuk. A terepi munka során meghatározott erdőtípusok segítségével, megpróbáltunk összefüggést keresni az erdőtípus vízgazdálkodási foka és a klímaindex között. Ezekből az adatokból is készítettünk egy térképet.

Köszönetnyilvánítás

Hálásan köszönjük konzulensünknek Dr. Vig Péternek a segítségét és áldozatos munkáját, köszönet illeti Dr. Király Géza konzulensünket, hogy eligazított a Digiterria kezelésének rögzös útjain. Továbbá Szabó Károly erdőtervezőnek köszönjük az erdőtervei adatokat, nagy segítség volt.

VI.2. Summary

To analyze the climate indices and methods of the climate classifications we learned that the objective and close typing of the forest climate are very difficult. The goal was to make the method with what we could use to type the forestclimates simply and close. It helps to spread the method in practice , if it does confirm the availability. Besides we found the accuracy very important in the mezoclimatic relations. All these relations are urgent by the global climate changing. The worldwide warming appears in local dimension, because of the shift of the

vegetation. We can observe this changing at the borderlines of the climatevegetation and because of this we should change the correct treespecies. We would like to know if the added treespecie is well after 100 years. In our resource we used the Köppen and Péczeley's climate type; topoclimatic indices; the different mezoclimatic types for example Járó, Borhidi, Koncek, etc. We have to know the area particularly like the digital relief model, and because of this we use the radiation model. That is why we seeked a special index which we can use according to the radiation. The best choice was Budiko's aridity index, which was chiseled by Péczeley. For defining the zonal climate boundaries we used Borhidi's climate zonal vegetation types (by Walter diagrams). First we had to sort our „controlled parts”. We chose these from the 2004 forest plan data file of TÁEG Zrt. Our aspects: the stand needs to be native important species, at least 20 years old, and we need to have parts of each exposures and slopes. We went to the selected parts of forest, so we could compare our calculations with reality. We defined the EOv coordinates, altitude, exposure, type of the forest, we estimated the closure and the slope degree. The temperature datas are from the measuring tower of the botanic garden and the hidegvíz-valley. The precipitation datas are from these two places and from Múkk, Faber-rét, Görbehalom. In the mountains of Sopron there is an east-west directioned altitude gradient, and because of that the temperature and precipitation datas can interpolate. We used Norbert Móricz's digital global radiation model for to know the global radiation summations of the years. We calculated a radiation balance from the datas of subcompartements using the „Dávid-Takács-Tilinger” method to find a relationship between the radiation balance and global radiation.

From the radiation balance and precipitation data we calculated Budiko's aridity index. As Dr. Vig Péter recommended, we multiplied the aridity index with the avarage temperature of the growing season. This way we got numbers much easier to work with than the Péczeley-index's numbers. We named this climate index. The zonal climate boundaries were determined by the Walter diagrams, where we compared the different height parts with the climate index numbers. We calculated the climate indexes for all parts of the mountains of Sopron. We chose some parts from those that we toured, and observed its relationship with the relief and altitude. Finally, we drew the climate index map of the mountains. We defined the boundaries of the climate index regard to the climate categories, then we compared it to the climate map of the management plan. With the comparison we got the results that we expected. We tried to find a coherency between the climate index and the grade of the hydromanagement of the forest type. We made another map using these datas.

Irodalom jegyzék:

A Soproni-hegyvidék forrásai (1997): Castanea Környezetvédelmi Egyesület. Sopron, szerk.:Németh L.

A Tanulmányi Erdőgazdaság Rt. Soproni Erdészeti erdőgazdálkodási egység 2004. I. 1.- 2013. XII. 31-ig terjedő időszakára érvényes körzeti erdőterve

Bartha D. (szerk.) (1995): Növény társulástani és ökológiai tanulmányok.
Tilia Vol. I. Erdészeti és Faipari Egyetem, Sopron

Borhidi Attila (1961): Az erdő élete

Dávid A.- Takács O.- Tiring Cs. (1990): A sugárzási egyenleg
eloszlása Magyarországon az 1951-1980-as időszak adatai alapján.
OMSZ Kisebb Kiadványai 66. szám, Budapest.

Führer E., Marosi Gy., Jagodics A., Juhász I. (2011): A klímaváltozás egy lehetséges hatása
az erdőgazdálkodásban. Erdészettudományi Közlemények 1. évf. 1. sz. 17-28.p.

Hortobágyi T.- Simon T. (szerk.) (1981): Növény földrajz, társulástani
és ökológia. Tankönyvkiadó, Budapest.

Justyák János (1995): Klimatológia. Kossuth Egyetemi Kiadó Debrecen.

Magyarország Nemzeti Atlasza (1989): MTA Földrajztudományi Kutató
Intézet, Szerk.: Pécsi Márton et al., Budapest

Martos A. (1969): Néhány mikroklímaelem alakulása jellegzetes Sopron
környéki állományokban. Erdészeti és Faipari Egyetem Kiadványai. 4. sz. 105-128.p.

Péczy G. 1979: Éghajlat Tanácsadó, Budapest, 1979

Szász G. – Tőkei L. (szerk.) (1997): Meteorológia mezőgazdák számára,

kertészeknek, erdészeknek. Mezőgazda Kiadó Budapest.

Szomorad F.- Tímár G. (szerk.) (1995): Növénytársulástani és
ökológiai tanulmányok. Tilia Vol. I. Erdészeti és Faipari Egyetem, Sopron

Szodfridt I. – Vig P. (1990): Erdészeti meteorológia. Erdészeti és Faipari
Egyetem, Sopron

Vancsura R. (1988): Erdészeti növénytan V. Növényföldrajz. Egyetemi
jegyzet, Erdészeti és Faipari Egyetem, Sopron

Vig P. (1995): Éghajlattan. Erdészeti és Faipari Egyetem, Sopron

Walter,H., Lieth, H. (1960): Klimadiagram Weltatlas. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena

Tartalom jegyzék:

I.	Bevezető	2
II.	Kutatási terület	3
II.1.	Geológiai és domborzati viszonyok	3
II.2.	Jellemző meteorológiai adatok és az erdőállományokban előforduló klíma	4
II.3.	Hidrológiai viszonyok, vízjárások	7
II.4.	Talajviszonyok	7
II.5.	Növényföldrajzi viszonyok	8
II.6.	Az erdészet területén lévő főbb faállománytípusok	9
III.	Éghajlat osztályozási rendszerek	10
III.1.	A Köppen-féle éghajlat osztályozás	11
III.2.	Klíma indexek	13
III.3.1.	Magyarországon alkalmazott klímaosztályozási módok	16
III.3.2	A Walter-Lieth diagram	18
IV.	Anyag és módszer	21
IV.1.	Általunk használt klímaindex és klímaosztályozási mód	21
IV.2.	Az egyes erdőrészek meteorológiai adatainak meghatározása	23
IV.3.	A vizsgált erdőrészek kigyűjtése és terepi felvételezése	25
IV.4.	A klímaindex és a Borhidi féle klímazonális vegetációtípus változása a magasság függvényében	26
V.	Eredmények	29
V.1.	A zonális klímahatárok a Soproni-hegyvidéken a Walter diagramok alapján	29
V.2.	A domborzat hatása a klimatikus viszonyokra	29
V.3.	A Soproni-hegyvidék klímaterképei	31
V.4.	Raszter	33
V.5.	A vízgazdálkodási fok és az erdőklíma kapcsolata	35
VI.1.	Összefoglalás	36
VI.2.	Summary	37
	Irodalom jegyzék	39
	Melléklet	

Melléklet (terepi jegyzőkönyvek a minta erdőrészek összehasonlításához)

Erdőreszlet:	175D
Azok:	3141175040
ϕ :	4766366°
λ :	1644635°
TFM(m):	515
Záródás(%):	80
Képek száma:	2185-2186
Erdőtípus:	félszáraz (Carex pilosa)
Jellemzés:	rontott erdő Cs, ahol mi álltunk rontott erdőnek láttuk GY, NYI többségben B, KTT, Gy, NYI, NH, VF

Erdőreszlet:	134B
Azok:	3141134020
ϕ :	4765939°
λ :	1650587°
TFM(m):	417
Záródás(%):	60-70
Képek száma:	2190-2192
Erdőtípus:	száraz- félszáraz (mezofil) B- KTT
Jellemzés:	Calamagrostis Arundinacea, Carex pilosa, Melica uniflora B, KTT, KH, SZG, egyszintű erdő KTT dominál

Erdőreszlet:	134C
Azok:	3141134030
ϕ :	4765921°
λ :	1650807°
TFM(m):	431
Záródás(%):	70
Képek száma:	2193-2195
Erdőtípus:	félszáraz (Carex pilosa)
Jellemzés:	B-KTT É, ÉNY-i kitettség, 5- 10° lejtő

Erdőrészlet:	132F
Azok:	3141132060
ϕ :	4766060°
λ :	1651127°
TFM(m):	416
Záródás(%):	70-80
Képek száma:	2196-2197
Erdőtípus:	száraz- félszáraz (mezofil)
Jellemzés:	Luzula albida, Carex pilosa, B-KTT
	B dominál, KTT, GY ÉK-i kitettség, 5- 10°

Erdőrészlet:	132D
Azok:	3141132040
ϕ :	4766336°
λ :	1651090°
TFM(m):	408
Záródás(%):	70
Képek száma:	2198-2199
Erdőtípus:	száraz- félszáraz (mezofil) B-KTT
Jellemzés:	Luzula albida, Carex pilosa; ÉK-i kitettség, 10-15° lejtő
	B<KTT, GY, LF egyszintes , nincs összefüggő 2. koronaszint

Erdőrészlet:	132I
Azok:	3141132090
ϕ :	4765686°
λ :	1650971°
TFM(m):	441
Záródás(%):	80
Képek száma:	2200-2202
Erdőtípus:	száraz- félszáraz (Melica uniflora, Carex pilosa); B-KTT
Jellemzés:	B, KTT van jelen egy szintes az erdő
	KÉK-i kitettség, 10-15° lejtő

Erdőrészlet:	141I
Azok:	3141141090
ϕ :	4765411°
λ :	1658853°
TFM(m):	434
Záródás(%):	80
Képek száma:	2203-2204
Erdőtípus:	száraz (acidofil), Luzula albida KTT
Jellemzés:	két szintes az erdő
	KH, B, KTT, VT; ÉÉNY-i kitettség, 10-15°-os lejtő

Erdőrészlet:	132K
Azok:	3141132110
ϕ :	4765438°
λ :	1650999°
TFM(m):	435
Záródás(%):	70
Képek száma:	2205-2207
Erdőtípus:	száraz-félszáraz (Calamagrostis aundinacea, Carex pilosa) GY-KTT-es
Jellemzés:	B, KTT, GY, LF
	GY az alsósíntben, LF, SZG, KH; KÉK-i kitettség,

Erdőrészlet:	121M
Azok:	3141121130
ϕ :	4766703°
λ :	1653374°
TFM(m):	459
Záródás(%):	70
Képek száma:	2028-2032
Erdőtípus:	bazifil száraz (Melica uniflora) GYT
Jellemzés:	egyszintes, KTT, GY viszonylag kevés vagy nincs vagy az erdőművelő termelte ki JF, EF kisebb számban, KH, a KTT dominál D-i kitettség, 5° lejtő

Erdőrésztlet:	167D
Azok:	3141167040
ϕ :	4766018°
λ :	1645710°
TFM(m):	490
Záródás(%):	60-70
Képek száma:	2033-2036
Erdőtípus:	félmedves, nedves (erdei pajzsika, <i>Carex sylvatica</i>) B
Jellemzés:	MÉ, HJ, LF, egyszintes, alján csalán, erdei zsúrló, egy kis B rész; KÉK-i kitettség, mederszerű völgyalj

Erdőrésztlet:	167F
Azok:	3141167060
ϕ :	4766018°
λ :	1645838°
TFM(m):	490
Záródás(%):	75-80
Képek száma:	2037-2039
Erdőtípus:	acidofil száraz, félszáraz (<i>Carex pilosa</i>) bükkös
Jellemzés:	Egyszintes B, kevés KTT, Vf, erdei madársóska ÉNY-i kitettség, 20°-os lejtés

Erdőrésztlet:	171B
Azok:	3141171020
ϕ :	4765779°
λ :	1645710°
TFM(m):	513
Záródás(%):	50-60
Képek száma:	2040-2042
Erdőtípus:	nedves (mészkőrűlő, száraz <i>Luzula albida</i>) <i>Athirinum filix-femina</i> B
Jellemzés:	dús aljnövényzet, B újulat, páfrányok, É vált. Kitettség B, HJ, VF, néhányLF

Erdőrészet:	111F
Azok:	3141111060
ϕ :	4765415°
λ :	1653078°
TFM(m):	466
Záródás(%):	70-80
Képek száma:	2013-2014
Erdőtípus:	száraz acidofil, (Luzula albida), (Melica uniflora) GY-KTT
Jellemzés:	Néhány EF és JF egy része teljesen hársas kb. 5% fafajok: KTT, GY kétszintes fagyléc KTT-n tipikus GYT-es újulat, KH; ÉÉK-i kitettség

Erdőrészet:	111E
Azok:	3141111050
ϕ :	4765739°
λ :	1653056°
TFM(m):	467
Záródás(%):	70-80
Képek száma:	2015-2017
Erdőtípus:	bazifil félszáraz- száraz (Carex pilosa), Melica uniflora; GY-T-es
Jellemzés:	KTT, GY, KH (kevesebb), néhány nyír, ÉÉK-i kitettség sok jegenyefenyő újulat, két szintes

Erdőrészet:	111C
Azok:	3141111030
ϕ :	4766119°
λ :	1653221°
TFM(m):	460
Záródás(%):	50
Képek száma:	2018-2020
Erdőtípus:	száraz (bazifil Melica uniflora, Carex pilosa(félsz.)) GYT-es
Jellemzés:	kétszintes néhány B a második szintben, sok JF újulat LF, viszonylag sok JF, KTT, GY, KH, KM, É-i kitettség, 20°-os lejtősgű

Erdőrészet:	121Q
Azok:	3141121170
ϕ :	4766367°
λ :	1653276°
TFM(m):	450
Záródás(%):	70
Képek száma:	2125-2127
Erdőtípus:	acidofil, száraz (Luzula albida) GY-T
Jellemzés:	É-i kitettségű
	KTT, JF, LF, alsószintben sok JF, LF, B, GY, KH, néhol kétszintes az állomány

Erdőrészet:	171G
Azok:	3141171070
ϕ :	4765555°
λ :	1645431°
TFM(m):	557
Záródás(%):	80
Képek száma:	2043-2046
Erdőtípus:	Üde, félnedves B (oxalis acetosella),
Jellemzés:	B, KTT, VF, egyszintes, tipikus bükkös , néhány SZG
	nudum, Mercurialis, 10° -os, KÉK-i kitettség

Erdőrészet:	170A
Azok:	3141170010
ϕ :	4765262°
λ :	1646509°
TFM(m):	553
Záródás(%):	50
Képek száma:	2047-2049
Erdőtípus:	száraz, acidofil (Luzula albida, Vaccinium myrtillus) GYT
Jellemzés:	KTT(dominál), B
	alján LF, NY, VF és néhány GV, ÉK-ÉNY-i kitettség, 10°-os lejtés

Erdőrészlet:	170E
Azok:	3141170050
ϕ :	4765214°
λ :	1647313°
TFM(m):	506
Záródás(%):	30-40
Képek száma:	2050-2052
Erdőtípus:	félszáraz, (nedves), (Carex pilosa) B
Jellemzés:	idős bükkös, bontóvágást kapott egy pár éve természetes felújítás érdekében
	újulat van nagy mennyiségben, HJ, B kisebb számú, kicsit szedres, K-i, 5°

Erdőrészlet:	170D
Azok:	3141170040
ϕ :	4765247°
λ :	1647154°
TFM(m):	510
Záródás(%):	30-40
Képek száma:	2053-2055
Erdőtípus:	Száraz, félszáraz, (bazifil), Melica uniflora, B
Jellemzés:	erősen bontott, a HJ újulat erőteljes (1,5-2 m), elnyomja a B-t, továbbá van VF
	KTT, kicsit szedres, K (enyhén É)

Erdőrészlet:	152C
Azok:	3141152030
ϕ :	4765139°
λ :	1647930°
TFM(m):	500
Záródás(%):	30-40
Képek száma:	2056-2058
Erdőtípus:	száraz-félszáraz, Melica uniflora, Carex pilosa, Calamagrostis
Jellemzés:	erősen bontott idős B, FFV
	KTT-el és VF-el, de a B újulat erőteljesebb, NYDNY-i kitettség

Erdőrészet:	150B
Azok:	3141150020
ϕ :	4764894°
λ :	1648342°
TFM(m):	496
Záródás(%):	10-15
Képek száma:	2059-2060
Erdőtípus:	száraz, bazofil, (Melica uniflora), B
Jellemzés:	nagyon erősen bontott és ("végvágás"), fokozatos felújító vágás, erősen fejlett idős B újulat, néhány erős folt, K-i kitettség, 20°

Erdőrészet:	149E
Azok:	3141149050
ϕ :	4764385°
λ :	1648925°
TFM(m):	485
Záródás(%):	80
Képek száma:	2061-2063
Erdőtípus:	száraz, acidofil, Luzula albida, B
Jellemzés:	B, KTT, JF, dominál a B, vannak fiatalabb B-k az első szintben néhány GY a felső szintben és az alsó szintben is, NY,D,É kitettségek, 15°

Erdőrészet:	148E
Azok:	3141148050
ϕ :	4764797°
λ :	1649031°
TFM(m):	470
Záródás(%):	80
Képek száma:	2064-2066
Erdőtípus:	száraz, acidofil, Luzula albida B
Jellemzés:	GY, B változik a domb teteje fele a GY-ból B lesz ↑ GY-ban elegyes B(kétszintes), B-ben elegyes KTT(egyszintes) NYÉNY, 15-20°

Erdőrészlet:	159C
Azok:	3141159030
ϕ :	4766564°
λ :	1647190°
TFM(m):	483
Záródás(%):	70-80
Képek száma:	2105-2110
Erdőtípus:	száraz, bazifil, Melica uniflora, GY-KTT
Jellemzés:	KTT, GY, B, LF
	K-i kitettség

Erdőrészlet:	160A
Azok:	3141160010
ϕ :	4766160°
λ :	1647310°
TFM(m):	487
Záródás(%):	40-30
Képek száma:	2111-2113
Erdőtípus:	száraz, Melica uniflora, KTT, B, J- os áll.
Jellemzés:	erősen megbontott, dús lágyszárú aljnövényzet, B, KTT, GY, LF, VF
	É, ÉNY, ÉK, kitettségek, 5°-os lejtőszög

Erdőrészlet:	159F
Azok:	3141159060
ϕ :	4766479°
λ :	1647612°
TFM(m):	447
Záródás(%):	80
Képek száma:	2114-2115
Erdőtípus:	száraz, acidofil, Luzula albida, B, KTT
Jellemzés:	KTT, B, LF, szinte minden egyszintű,
	K-i kitettség