

3. Tematikus csoport: Talajviszonyok jellemzése és változása

Koordinátor: Bidló András

| Sorszám | Cím | Részvevő intézmények | Felelős személy |
|---------|---|----------------------|-----------------|
| C.1 | Termőhelyi (klíma) változás hatása a fatermesre mintaterületi mérések alapján | NymE KFI | Bidló András |
| C.4 | Talaj víztartó képesség és mortalitás | NymE KFI | Kovács Gábor |

Eredmények összefoglalása

A talajviszonyok és ezek változásának elemzésére feldolgoztuk az Erdőállomány Adattár Zala megyére vonatkozó termőhelyi adatait, illetve ezen feldolgozást terepi vizsgálatokkal egészítettük ki. Eredményeink alapján megállapítható, hogy a kedvező földtani és klimatikus viszonyok miatt megjelenő erdők hatására a megye erdeinek nagy része optimális termőhelyi körülmények között helyezkedik el. A klimatikus viszonyok megváltozása miatt ezen optimális termőhelyi körülmények is átalakulhatnak, illetve a kis különbségek is jelentős hatással lehetnek az erdőállományok egészségi állapotára. Vizsgálataink azt mutatták, hogy a talaj fizikai adottságai, így a víztartó- és a vízvezető képesség döntő abban, hogy az egyes erdőállományok mikor kerülnek az ún. határtermőhelyi adottságok közelébe. Ha a talaj diszponibilis vízkészlete, 1 m-es talajrétegre számítva, nem éri el a 200 mm-t, akkor aszályos években száradási tünetek léphetnek fel a bükkösökben. A jelenlegi viszonyok mellett, egy-egy erdőrészletben relatív kis talajbeli különbségek is vezethetnek eltérő egészségi állapotú erdőrészek kialakulásához.

A jövőben a jelentősebb eróziós károk miatt elsősorban a termőréteg vastagságának változásával, illetve ennek hatásaként a felszín közelében is megjelenő szén-savas mésszel kell számolnunk a talajbeli változások között. Ezen változás csökkentheti a talaj víztartó képességét. A termőhelyi változások miatt át kell gondolni a faj választást és nem szabad csak a jelenlegi állományokból kiindulni. Javasoljuk, hogy előre becsüljük meg, az egyes területeken milyen termőhelyi viszonyok lehetnek a jövőben és ennek megfelelő elegyes állományokat hozunk létre.

C.1 Talajviszonyok jellemzése és változása

Bidló András / NymE KFI

Kutatás részvevői: Bolodár-Varga Bernadett, Horváth Adrienn, Horváth Gergely, Németh Eszter, Pulger György, Szűcs Péter, Varga Zsófia

A kutatás módszerének és céljainak ismertetése

A klímaváltozás hatására jelentősen megváltoznak a talajképző folyamatok és hosszabb távon a talajtulajdonságok is. A kutatás célja annak megadása, hogy a várható klímaváltozás hatására a termőhelyi tényezők milyen irányban változnak meg, illetve ez miként hat az állományok fennmaradására és növekedésére.

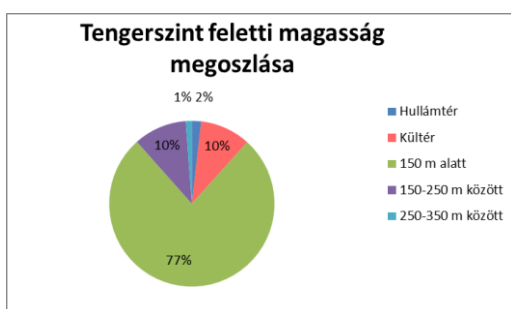
Kutatásainkat két módon folytattuk, egyrészt elemeztük a rendelkezésre álló adatbázisok (elsősorban az Erdőállomány Adattár) információit Zala megyére vonatkozóan, másrészt a megye több erdőterületén végeztünk termőhely-feltárásokat a helyi sajátosságok jobb bemutatására, illetve az egyes helyeken fellépő bükk pusztulás termőhelyi okainak kimutatása érdekében. Eredményeink alapján megpróbáltuk megbecsülni, hogy milyen változások várhatóak a talajok fejlődésében és tulajdonságában a klímaváltozás hatására.

A kutatás eredményeinek összefoglalása

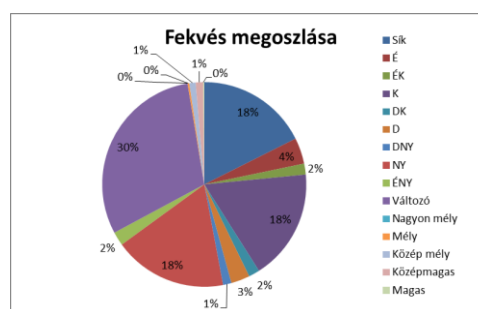
Zala megye erdeinek termőhelyi viszonyai az Erdőállomány Adattár alapján

A jelenlegi termőhelyi viszonyok jellemzése érdekében elemeztük az Erdőállomány Adattár Zala megyére vonatkozó adatait. Az elemzésbe 35387 erdőrészlet adatait vontuk be, amelyek összterülete 119 205 ha.

Zala megye erdeinek 77 %-a a 150 m alatti tengerszint feletti magasságban helyezkedik el (3.1 ábra). Kisebb arányban (10 %) megtalálhatóak a 150 és 250 m közötti, illetve a kültéri erdők is. 1 %-nyi arányt képviselnek a 250 méter feletti erdők. Az adatokból látható, hogy a zalai erdők esetén a tengerszint feletti magasság viszonylag kiegyenlített, így ennek jelentős termőhelyi hatása nincs az egyes erdőállományokra.

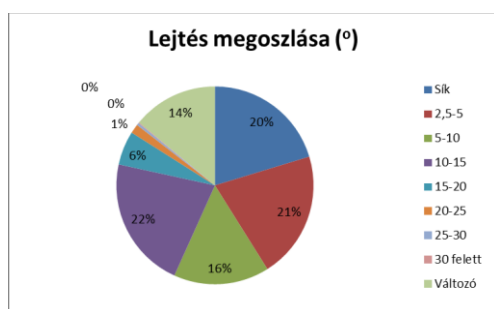


3.1 ábra: Erdőállományok tengerszint feletti megoszlása Zala megyében

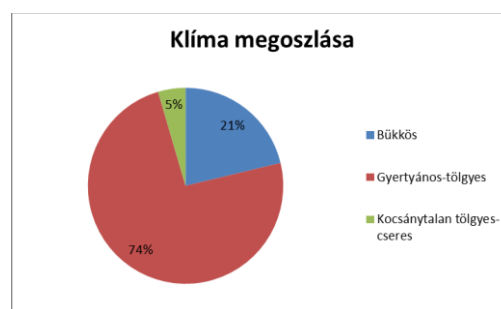


3.2 ábra: Erdőállományok fekvés szerinti megoszlása Zala megyében

A domborzati viszonyoknak megfelelően, igen változatos a zalai erdők fekvés szerinti megoszlása (3.2 ábra). Bár mindegyik kitétségekben előfordulnak erdők, legnagyobb arányban változó (30%), sík (18%), keleti (18%), illetve nyugati (18%) kitétséggű erdőket találunk. Ezen adatok megfelelnek a földrajzi viszonyoknak, amelyek szerint, elsősorban észak-dél irányú dombok húzódnak a megyében. A kitétség hatással lehet a besugárzásra, így az erdőállományok vízgazdálkodására is.



3.3 ábra: Erdőállományok lejtés szerinti megoszlása Zala megyében



3.4 ábra: Erdőállományok klíma szerinti megoszlása Zala megyében

3.7 ábra: Erdőállományok termőréteg vastagság szerinti megoszlása Zala megyében

3.8 ábra: Erdőállományok fizikai féleség szerinti megoszlása Zala megyében

A megye 80 %-án található vályog fizikai féleség (3.8 ábra) kedvező víz- és tápanyag-háztartási tulajdonságokkal jellemezhető. Jelentős még a homok fizikai féleségű (12 %) erdők aránya, amelyek nagy része Nagykanizsa környékén található.

Zala megye erdőterülete viszonylag kis termőhelyi különbséggel jellemezhető. A földtani körülmények, a kis tengerszint feletti magasságkülönbség, a kiegyenlített domborzati viszonyok, a nagyrészt lösz (kisebb részt homok) alapkőzet eredményeképpen közel azonos termőhelyi viszonyok alakultak ki. Ezen termőhelyi viszonyokat a talajvízből származó többletvíz csak kevés helyen befolyásolja. A kis különbség a projekt végrehajtása során részben előnyös, részben hátrányos volt. Előnyös volt abból a szempontból, hogy közel azonos termőhelyű állományokat hasonlítottunk össze és hátrányos volt azáltal, hogy mivel nagy termőhelyi különbségek nem voltak, így a termőhelynek a növekedésre gyakorolt hatását sem tudtuk látványosan megjelteni.

Terepi vizsgálatok eredménye

Zala megyében több erdőállományban végeztünk helyszíni termőhelyfeltárást. Ennek két célja volt, egyrészt pontosítani kívántuk az Erdőállomány Adattár adatait, másrészt konkrét állományokban akartuk elemezni, hogy milyen hatással vannak a talajviszonyok az erdőállományok egészségére. Utóbbi esetben kiemelten tárgyaltuk a talaj víztartóképeségét.



3.9 ábra - 1. talajszelvény

3.10 ábra - 2.
talajszelvény

3.11 ábra - 3.
talajszelvény

3.12 ábra - 4.
talajszelvény

Zala megye talajainak legnagyobb része löszön alakult ki. A szelvényekben általában jól megfigyelhető a humuszosodás és az agyagvándorlás nyomai, utóbbi eredményeképpen a felhalmozódási szint nagyobb agyagtartalommal rendelkező (3.9-3.12 ábra). A mélyebb szintekben vaskiválásokat és rozsdafoltokat, sőt sok helyeken pszeudoglejesedést is meg lehet figyelni, ami a szelvény belüli vízfelhalmozódásra utal. A talajok fizikai félesége leggyakrabban vályog. A vizsgált szelvények laboratóriumi vizsgálatai azt mutatták, hogy a talajok gyengén savanyú, illetve a savanyú kémhatású tartományba tartoztak. (Néhány helyen a mélyebb szintekben megjelent az enyhén lúgos kémhatás, amit a lösz alapkőzet

okoz.) A szelvényekben jól meg lehetett figyelni a kilúgzás hatását: a legalacsonyabb kémhatás a legfelső, illetve az ez alatti szintben mértük. A kémhatásnak megfelelően közepesek, illetve magasak voltak a hidrolitos és a kicserélődési aciditás értékei. A vizsgált szelvények esetén - a szemcseeloszlási vizsgálatok alapján - az összes minta a vályog kategóriába tartozott. A mintákban legnagyobb mennyiségben a finom homok frakció fordult elő. Ugyanakkor az egyes szelvényekben lefelé haladva az agyagtartalom nőtt, ami jól mutatja az agyagvándorlás folyamatát. A legfelső szint humusztartalma általában 3 és 8 % közötti, ami megfelel az erdőtalajoknál elvártaknak. Hasonlóan kedvező a legfelső szintek összes nitrogéntartalma, ami 0,15 és 0,30 % között változott, így a közepesen és a jól ellátott szinteknek megfelelő besorolást kapott (STEFANOVITS 1992).

A terepi és a laboratóriumi vizsgálatok alapján kijelenthetjük, hogy a porhullásból származó lösz alapközeten, amely nagy mennyiségű szilikátot, illetve karbonátot tartalmaz, barna erdőtalajok alakultak ki. A barna erdőtalajok kialakulásának alapfeltétele a megfelelő mennyiségű csapadék és az erdőállomány (STEFANOVITS et al. 1999). A kedvező zalai viszonyok között, a talajokban a humuszosodás és a kilúgzás mellett megfigyelhető volt az agyagképződés és az agyagvándorlás folyamata is. Ennek megfelelően a területen leggyakrabban agyagbemosódásos barna erdőtalajjal találkozhattunk. Ha a mélyebb szintekben kisebb mértékben vízhatásra utaló nyomokkal is találkoztunk, e talajtípus pszeudoglejes altípusáról beszélhetünk (BABOS et al. 1966). E talaj igen kedvező a fás szárú növényzet számára, mivel jól beengedi magába a csapadék vizet és azt a mélyebb szintek magasabb agyagtartalma miatt jól is tárolja.

A talajtulajdonságok várható változása

Bár a termőhely fogalma korán kialakult a hazai erdészeti szakirodalomban (VARGA *et. al.*, 2008, FEKETE 1882) és az elmúlt évszázadban jelentősen nem változott (BABOS *et. al.*, 1966, SZODFRIDT, 1993), sokáig többé-kevésbé statikus állapotnak tekintették a termőhelyet, ami hosszú ideig nem változik meg. Ugyanakkor az utóbbi évtizedek megmutatták a termőhely változásának jelentőségét, mivel az emberi hatásra bekövetkező változások gyakran olyan gyorsak, hogy egy-egy egyed életében is előfordulhat, hogy eltérő termőhelyi körülményekhez kell alkalmazkodnia. A magyarországi erdők esetében a klimatikus és a hidrológiai viszonyok változása a legjelentősebb, mivel ezen változásokkal jelen mű más fejezetei foglalkoznak, itt ezek közvetlen hatására nem kívánunk kitérni.

Genetikai talajtípus és fizikai féleség változása

Míg a klimatikus és a hidrológiai viszonyok megváltozás viszonylag gyors, addig talajokban bekövetkező változás, a legtöbb esetben, egy lassabb folyamat. A talajképző tényezők – kiemelten az éghajlati, a biológiai tényezők és a hidrológiai viszonyok – megváltozása hatással van a talajok képződésére. Ezek közül elsőként a humuszképződést kell kiemelni, amelyet a keletkező biomasza mennyisége és összetétele, illetve ennek lebontási folyamatai határoznak meg. A klímaváltozás miatt csökkenő biomasza-képződés elvileg csökkenti a humusz mennyiségét, de a humusz lebontási folyamatai szárazabb körülmények között gátlódnak, így számolni lehet a humusz felhalmozódásával. Ezt jól mutatja, hogy a barna erdőtalajok általában kevesebb humuszt tartalmaznak jelenleg is, mint a csernozjom talajok.

A csökkenő csapadék együtt járhat a kilúgzás csökkenésével, ami kihat a talajban lejátszódó egyéb folyamatokra, így az agyagosodásra és az agyagvándorlásra. A csapadék csökkenése miatt megváltozó mállási folyamatok befolyásolják a képződő ásványok összetételét és mennyiségét, ami közvetlenül hathat a talaj fizikai féleségére.

Termőréteg vastagság változása

A termőréteg vastagsága alapvetően meghatározza az egyes fafajok növekedési lehetőségét. A mély talaj, illetve ebben az esetben termőréteg kialakulása több évszázados, sőt évezredes folyamat. A várhatóan gyakoribbá váló szélsőséges időjárási események hatására fokozódhat az erózió, illetve a defláció, amely termőréteg vastagságának gyors csökkenését eredményezheti. Bár a több szintes erdők jelentősen csökkentik az eróziós és deflációs károkat, de szélsőséges időjárási események esetén nem tudják megakadályozni az ilyen károk megjelenését, különösen akkor, ha a növényzet – a klíma hatására – kevésbé fedi a talajt.

Következtetések, javaslatok

Zala megye erdeinek termőhelyi viszonyaiban relatív nincsenek jelentős eltérések. A kedvező földtani és klimatikus viszonyoknak és az ennek hatására megjelenő erdők hatására a megye erdeinek nagy része kedvező termőhelyi körülmények között helyezkedik el. Ugyanakkor a termőhely nem statikus, hanem folyamatosan változó ökológiai feltételeket jelent. Ezen változások – elsősorban emberi hatásra - az utóbbi évtizedekben felgyorsultak. A talajviszonyok között a jelentősebb eróziós károk miatt, elsősorban a termőréteg vastagságának változásával, illetve ennek hatásaként a felszín közelében is megjelenő szénsavas mésszel kell számolnunk. A termőhelyi változások miatt át kell gondolni a fafajválasztást és nem szabad csak a jelenlegi állományokból kiindulni. Javasoljuk, hogy előre becsüljük meg, hogy az egyes helyeken milyen termőhelyi viszonyok lehetnek a jövőben és ennek megfelelő elegyes állományokat hozzunk létre.

C4. - A talajok vízgazdálkodásának eredményei

Kovács Gábor / NymE KFI

A kutatás módszerének és céljainak ismertetése

Az Erdőállomány Adattár fenti elemzése mellett közvetlen mintavételekre is sor került Zala megye területén. Ezek célja elsősorban az volt, hogy a rendelkezésre álló termőhelyfeltárási adatok megfelelő célú és módú elemzésével összefüggéseket keressünk az erdőállományok növényzete és a termőhelyi/talajviszonyok között.



3.13. ábra Bolygatatlan mintavétel Vér-féle hengerrel

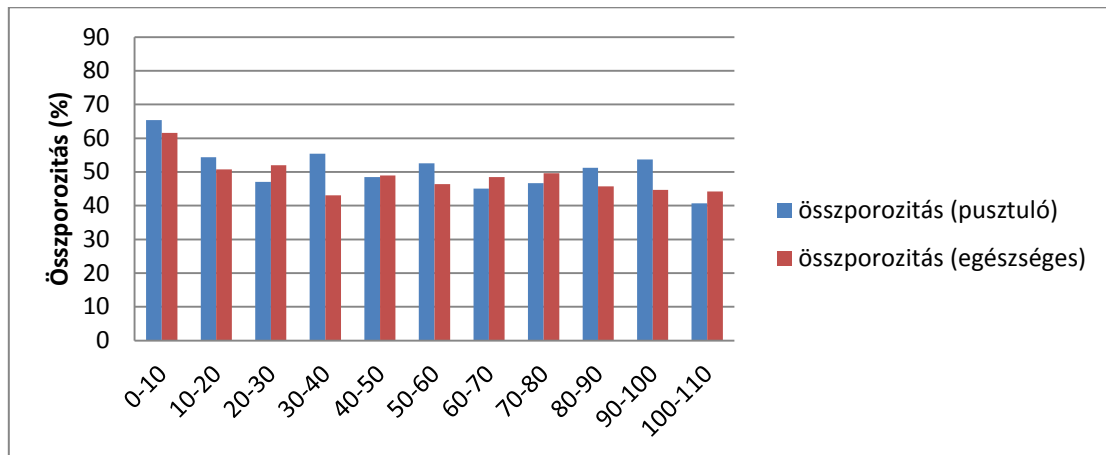
A megye termőhelyi viszonyainak átlagát jól képviselő állományokat kerestünk fel, és azok talajait elsősorban fizikai tulajdonságaikra vonatkozóan vizsgáltuk. A talajmintákat a felső 100 cm-es termőrétégben 10 cm-es rétegenként vettük meg. A mechanikai vizsgálat során homok (2000-50 μm), iszap (50-2 μm) és agyag (<2 μm) frakciókat különítettünk el. Elvégeztük a minták pF-vizsgálatát is, amely alapján meghatároztuk az összporozitást, illetve a diszponibilis (azaz növényzet által hasznosítható) vízkészletet. E jellemzők alapján hasonlítottunk össze egészséges, illetve leromlott egészségi állapotú, pusztuló erdőállomány foltokat, azonos erdőrészekben belül.

A kutatás eredményeinek összefoglalása

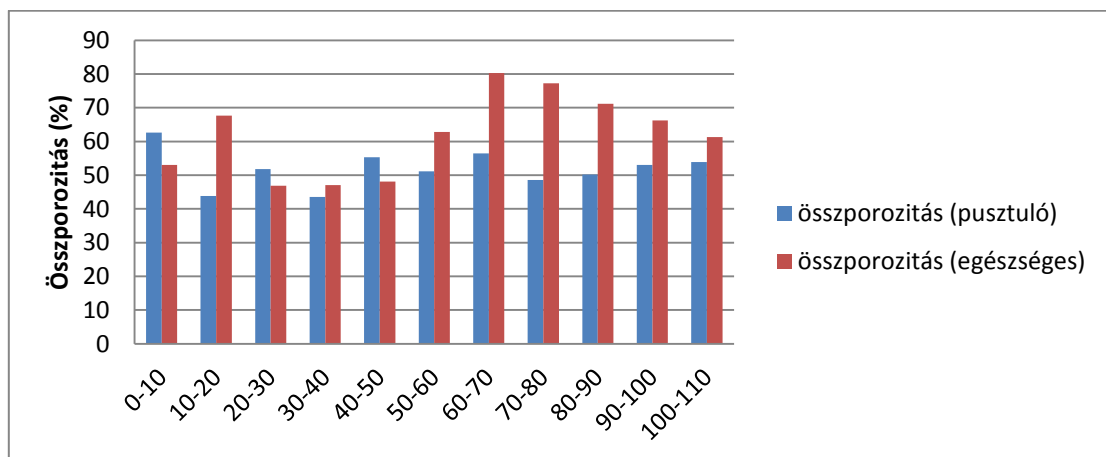
A vizsgálati eredményeket a Szentpéterföldre 20/B és Oltárc 53/C bükk erdőállományok adatai alapján mutatjuk be. Az egyes erdőrészekben kiválasztási szempont volt, hogy az állományrészek egészséges és gyengébb egészségi állapotú állományrészeket is tartalmazzanak. Szentpéterföldre 20/B erdőállományban az egészséges állományfolt 100 cm-nyi termőrétégének összporozitása 53,5%-át adja a teljes térfogatnak. Ezzel szemben a pusztuló állományrész talajában az összporozitás a térfogat 56,1%-át teszi ki. Ugyan utóbbi érték valamivel nagyobb, de mindkét talajról elmondható, hogy kedvező az összporozitása. A térfogattömeg az egészséges állományban átlagosan 1,50 g/cm^3 , terjedelme 1,23-1,57 g/cm^3 . A pusztuló állományrészben az átlag 1,52 g/cm^3 , terjedelme 1,18-1,77 g/cm^3 . Láthatóan ismét nincs nagy különbség az átlagértékekben, statisztikailag nem különülnek el, egyik sem tekinthető kedvezőtlennek. A pusztuló állományrészben azonban jóval tömörödtebb rétegekkel találkozhatunk, ezek jelentősen gátolhatják a lehulló csapadék mélybe szivárgását. A csapadékesemények szélsőségesebbé válásával a talajok vízvezetési tulajdonságai előtérbe kerülhetnek. Hiába találunk tehát átlagában nagyjából azonos, kedvező összporozitással rendelkező termőrétéget az egészséges és a pusztuló állományok talajában is, de ez a potenciál a pusztuló állományrész esetében csak lassabb beszivárgással, vagyis egyenletesebb eloszlású csapadékesemények bekövetkezésekor hasznosulhat. Így a klímaváltozás miatt erősödő szélsőségek a jövőben vélhetően hátrányosan érintik a már most is gyengébb egészségi állapotú állományfoltokat.

Oltárc 53/A erdőrészlet esetében az egészséges állományfoltban az összporozitás 68,2% a felső 100 cm-nyi termőrétégre számítva, míg a pusztuló állományfoltban ugyanez csak 57,0%. Itt is elmondható, hogy mindkét állományrész összporozitása kedvező, de itt már jelentős előnyt tapasztalhatunk az egészséges állományfoltban. A térfogattömeg az egészséges állományban átlagosan 1,23 g/cm^3 terjedelme 1,04-1,41 g/cm^3 . A pusztuló állományrészben az átlag 1,24 g/cm^3 , terjedelme 0,88-1,53 g/cm^3 . Mindkét állomány talajában kedvező a tömörödöttségtől mentes talajrétegek jelenléte 100 cm mélységig.

Átlagában itt is azonos a két talaj, de a kedvezőtlenebb egészségi állapotú állományrészben ismét találunk valamelyest tömöttebb rétegeket. Ezek itt is kedvezőtlenül hathatnak a talaj vízvezető képességére, ezáltal gátolhatják a csapadékvíz mélybe szivárgását.



3.14 ábra: Összporozitás összehasonlítása Szentpéterföldre 20/B erdőrézlet egészséges és pusztuló állományrészei talajai között



3.15 ábra: Összporozitás összehasonlítása Oltárc 53/A erdőrézlet egészséges és pusztuló állományrészei talajai között

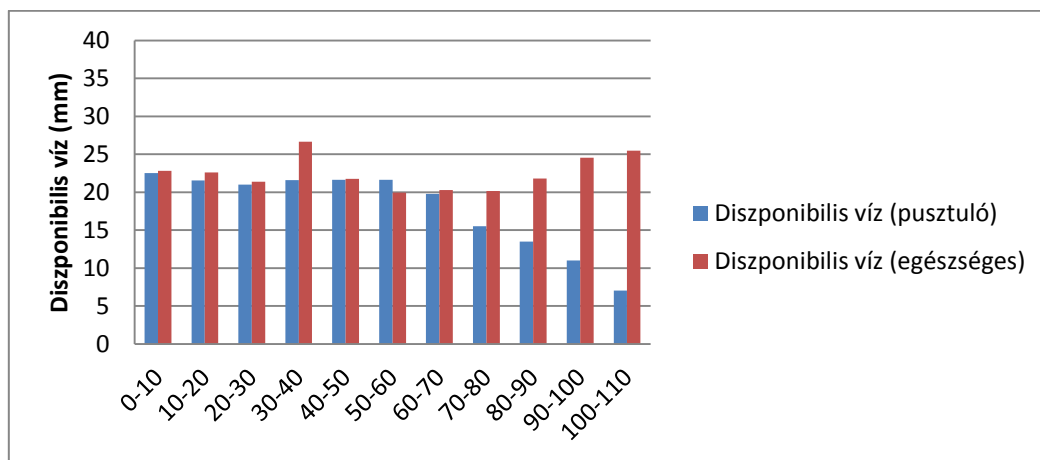
Az összporozitás és a térfogattömeg önmagában még nem elegendő a talaj vízháztartásáról messzemenő következtetések levonására. A növekvő összes pórustér egyrészt növekvő víztárolási képességet, másrészt növekvő levegőtárolási kapacitást jelenthet. Fontos azonban elkülöníteni a vizet erősen tároló finomabb pórusokat, melyekben részben a növények számára már túl erősen kötött víz található, másrészt könnyebben keletkeznek levegő zárványok, amelyekben hamar oxigén-hiány állhat elő. A pF-vizsgálatok révén meghatároztuk a diszponibilis, azaz a növények által hasznosítható, a talajban tartósan, megfelelő erővel tárolt víz maximális lehetséges mennyiségét (vízkapacitás).

Szentpéterföldre 20/B erdőrézlet egészséges állományrészében a talaj 0-100 cm-es termőrétegének diszponibilis vízkészlete 247 mm, míg a száradó állományrészben ez az érték csak 197 mm. A korábbiakban már láthattuk, hogy míg az összporozításban nagy különbségek nem adódtak a növényzetük egészségi állapotában eltérő állományrészek között, a pusztuló állományrészekben részben tömördöttebb talajrétegek miatt azonban vélhetően rosszabb utóbbi talajának vízvezető/vízfelvevő képessége. Tovább árnyalja a képet az, hogy nemcsak nehezebben vesz fel itt a talaj vizet, de abból mintegy 20%-kal kevesebbet

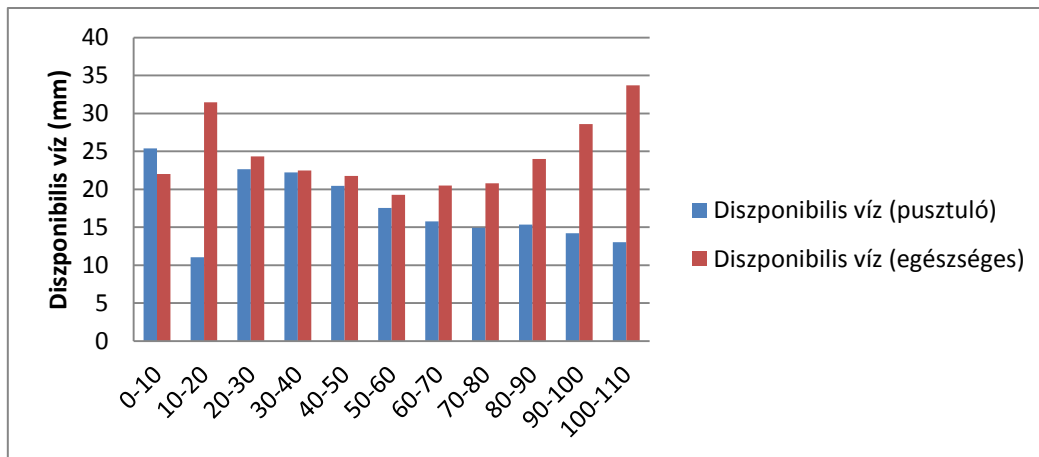
is tud csak a növényzet számára megfelelően tárolni. A szakirodalmi adatok alapján feltételezhető, hogy ezen erdőállományok a vegetációs periódusban, egészségük fenntartásához és megfelelő ütemű növekedésükhöz naponta átlagosan legalább 5 mm-nyi csapadék/talajban tárolt vízkészlet felhasználását igénylik. Ez alapján Szentpéterföldre 20/B állományrészletben a pusztuló állományfolt mintegy 10 nappal kevesebb ideig képes vízzel ellátni az állományt, teljesen feltöltött víztároló kapacitásból kiindulva. A klímaváltozás kapcsán eddig tapasztalt időjárási szélsőségekből kiindulva ez jelentős különbségként értékelhető, hiszen gyakran előállhat olyan eset, hogy a maximális diszponibilis víztároló pórusok nem tudnak megfelelő ütemben újra és újra vízzel telítődni.

Az Oltárc 53/A egészséges állományrészében a talaj 0-100 cm-es termőrétegének diszponibilis vízkészlete 269 mm, míg a pusztuló állományrészben ez az érték csak 193 mm. A különbség itt tehát nemcsak az összporozításban található meg, hanem hasonló mértékben a diszponibilis víz tárolására alkalmas pórustartomány nagyságában is. A fentieknek megfelelő gondolatmenetet követve, itt mintegy 15 napnyi különbség adódik az erdőtakaró vízzel való megfelelő ellátásának képességében.

Mindkét vizsgált állomány esetében elmondható, hogy a talajfizikai vizsgálatok alapján a talaj pórusterére vonatkozóan jól értelmezhető összefüggések állnak fenn az erdőállományok egészségi állapota és a talaj víz- és levegőgazdálkodása között. Ezek a kis költséggel meghatározható, valamint a mechanikai vizsgálatokból számítással is levezethető tulajdonságok vélhetően jól felhasználhatóak a döntéstámogatási rendszer bemenő adataiként abban a vonatkozásban, hogy a klímaváltozás által elsősorban érintett területek elkülönítése lehetővé váljon.



3.16 ábra: Diszponibilis vízkészlet maximális lehetséges értékeinek összehasonlítása Szentpéterföldre 20/B erdőrészlet egészséges és pusztuló állományrészei talajai között



3.17 ábra: Diszponibilis vízkészlet maximális lehetséges értékeinek összehasonlítása Oltárc 53/A erdőrészet egészséges és pusztuló állományrészei talajai között

Következtetések, javaslatok

Vizsgálataink alapján megállapítható, hogy:

- a bükköseink egészségi állapotában bekövetkező változásokhoz a talajtulajdonságok is hozzájárulnak.
- elsősorban a talaj fizikai adottságai, így a víztartó- és vízvezető képesség lehet döntő abban, hogy a mozaikos termőhelyi adottságok egy-egy erdőállományon belül mikor kerülnek az ún. határtermőhelyi adottságok közelébe.
- az állományok vizsgálatánál a 200 mm-es diszponibilis vízkészlet 1 m-es talajrétegre számolva tűnik annak a határnak, amelynél aszályos években a száradási tünetek erősödhetnek a bükk esetén.
- a diszponibilis vízkészlet alapján egy-egy erdőrészetben a relatív különbségek is vezethetnek eltérő egészségi állapotú erdőrészek kialakulásához azonos fizikai talajféleség mellett, kisebb abszolút értéknél (200 mm alatti DV pl. homok fizikai féleség esetén) pedig megnő a száradás veszély.
- abban, hogy a DV-készlet milyen mértékben töltődik föl, döntő az erdőrészetek geomorfológiája - erősen heterogén felszínű területeken tendenciákat megadni nehéz.
- csapadékos években ez a vízkészlet elegendő lehet, figyelembe véve a csapadék eloszlását.

A jövőben hasznos kutatási célnak tartjuk:

- a talajfizikai adatok és a hidrológiai modellezési folyamatok közötti összefüggések vizsgálatát,
- a talajok vízháztartása további elemeinek, mint pl. a vízvezető képességük összefüggésének vizsgálatát a hidrológiai modellezési folyamatokkal,
- a talajok vízvezető-, víztározó képességének a térségi potenciális és aktuális evapotranszpiráció valamint a klimatikus adatoknak, elsősorban a csapadékesemények milyenségével való összefüggés vizsgálatát.

Hivatkozott irodalom

- BABOS I., HORVÁTHNÉ PROSZT S., JÁRÓ Z., KIRÁLY L., SZODFRIDT I. & TÓTH B. (1966): Erdészeti termőhelyfeltárás és térképezés. Akadémiai Kiadó, Budapest, 493 p.
- FEKETE L. (1882): Erdészeti termőhelyismerettan, Selmezbánya
- STEFANOVITS P. (1992): Talajtan. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 379 p.
- STEFANOVITS P., FILEP GY. & FÜLEKY GY. (1999): Talajtan. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 470. p.
- SZODFRIDT I. (1993): Erdészeti Termőhelyismerettan, Mezőgazda Kiadó, Budapest p. 317. ISBN: 963-8439-14-9
- VARGA Zs., BIDLÓ A, HEIL B., KOVÁCS G. 2008: Termőhelyismerettan, 315-340 p, In: Albert et. al: Az erdészeti felsőoktatás 200 éve, II. kötet, NymE Erdőmérnöki Kar, Sopron, 419 pp.