

Dr. Juhász Imre elnök
Alkotmánybíróság
Budapest

Magyar
Természetvédők
Szövetsége
Föld Barátai Magyarország

| ALKOTMÁNYBÍRÓSÁG | | |
|--|----------------------------|--------------|
| Ügyszám: | 11/3536-11/2021 | |
| Érkezett: | 2025 JAN 20. | |
| Erkezés módja | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> POSTÁN | <input type="checkbox"/> @ | EGYÉB: |
| Példány: | Melléklet: | Kezelőiroda: |
| 1 | 0 | Imre |

Tárgy: Amicus curiae beadvány a 11/03536/2021. sz ügyben

Tisztelt Elnök Úr!

Beadványunk célja, hogy az Alkotmánybíróság klímavédelemről szóló 2020. évi XLIV. törvény (továbbiakban: Klímátörvény) megsemmisítésére irányuló utólagos normakontroll eljárásban álláspontunk összefoglalásával segítsük az Alkotmánybíróság munkáját.

Az országgyűlési képviselők beadványához kapcsolódva kérjük, hogy az Alkotmánybíróság állapítsa meg, hogy a Klímátörvény 1§, 2. §, 3. § (1)-(3) bekezdése, valamint a 4. § ellentétes az Alaptörvény II. cikkével, XX. cikkével, XXI. cikk (1) bekezdésével, a P) cikk (1) bekezdésével, a Q) cikkével, B) cikk (1) bekezdésével, valamint ütközik a 1995. évi LXXXII. törvénnyel kihirdetett, ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezménnyel, továbbá a 2016. évi L. törvénnyel kihirdetett, az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezményben Részes Feleinek 21. Konferenciáján elfogadott Párizsi Megállapodással, valamint nem tesz eleget az 1993. évi XXXI. törvénnyel kihirdetett, az emberi jogok és alapvető szabadságok védelméről szóló egyezmény (továbbiakban: Egyezmény) 8. cikkéből fakadó kötelezettségeknek, ezért azokat semmisítse meg, illetve az Abtv. 42. § (2) bekezdés szerinti jogkövetkezményt alkalmazva hívja fel a jogalkotót a nemzetközi jog és a belső jog közötti ellentét feloldásához szükséges intézkedések megtételére.

A beadványunk tartalmazza a Magyar Természetvédők Szövetsége ifjúsági programja fiatal tagjainak levelét. Kérjük, hogy beadványunkat a levél aláíró anonimizálásával, a nevek kitakarásával hozza nyilvánosságra.

Tisztelettel

Eger Ákos

ügyvezető elnök
Magyar Természetvédők
Szövetsége

Lajtmann Csaba

elnök
Magyarországi Éghajlatvédelmi
Szövetség

Horváth Ferenc

elnök
Reflex
Környezetvédő Egyesület

Budapest, 2025. január 16.

**A Magyar Természetvédők Szövetsége, a Magyarországi Éghajlatvédelmi Szövetsége és a
Reflex Környezetvédő Egyesület amicus curiae beadványa az Alkotmánybírósághoz a
klímatorvény megsemmisítésére irányuló utólagos normakontroll eljárásban**

ÖSSZEFOGLALÁS

Beadványunk célja, hogy a klímavédelemről szóló 2020. évi XLIV. törvény (továbbiakban: Klímatorvény) megsemmisítésére irányuló utólagos normakontroll eljárásban álláspontunk összefoglalásával segítsük az Alkotmánybíróság munkáját.

Az első fejezetben a **Magyar Természetvédők Szövetsége ifjúsági programja tizenhárom tagjának, 13-30 év közötti fiataloknak, a levele** található. A fiatalok szeretnék kifejezik aggodalmukat Magyarország válaszával kapcsolatban a globális éghajlatváltozás egyre sürgetőbb kihívásaira, és **kéri az Alkotmánybíróságot, hogy kötelezze a magyar Országgyűlést**, hogy dolgozzon ki a 2050-es klímasemlegesség eléréséhez szükséges olyan célokat mérföldköveket és intézkedéseket, amelyek a fiatalok generációk számára is igazságosak, és nem nehezítik aránytalanul generációnk boldogulási esélyeit. Illetve ez alapján **módosítsa Magyarország klímatorvényét, megszüntetve a generációs igazságtalanságot.**

A másik fejezetben **globális és nemzeti igazságosságosi kérdéseket vizsgálunk.** Arra mutatunk rá és hozunk példákat, hogy **az éghajlatváltozás hatásainak leginkább a globális Dél országai a kitétek,** miközben a fejlett országok felelősek elsősorban a klímaváltozás kialakulásáért. **Magyarország a globális átlagnál jobban felelős az éghajlatváltozás kialakulásáért,** ezért különös felelőssége, hogy a probléma elhárításában és csökkentésében mielőbb, hatékonyan és igazságos módon lépjen. Bemutatjuk, hogy **Magyarországon belül is jelentős társadalmi különbségek** alakultak ki az elmúlt negyven évben a kibocsátásokért való felelősséget illetően. Míg a társadalom szegényebb 90%-a felére csökkentette a karbonlábnyomát, a leggazdagabb 1%-a két és félszeresére növelte azt. Az igazságos kibocsátáscsökkentés megvalósítása érdekében javaslatot tettünk egy **fosszilizserőforrás-fogyasztási jog kereskedelmi rendszer** bevezetésére.

A beadvány harmadik fejezetében a **természetes felszínborítottság hatásaival** foglalkozunk az éghajlatra. A természetes felszínborítottság csökkentése, megváltoztatása **az éghajlatváltozás egyik közvetlen oka,** amely hatásait az ÜHG-csökkentés központú mitigációs politikák elhanyagolják. Az ÜHG-csökkentés központú klímavédelem jól érzékelhető károkat okoz a biológiai sokféleség vonatkozásában. Az ÜHG kibocsátásra a megújuló, de kimeríthető erőforrások (biomassza) felhasználásában választ látó politika a természetes ökoszisztémák további romlásával, a kiterjedt és intenzívebbé váló monokultúrákon keresztül veszélyezteti a biológiai sokféleséget, miközben globális mértékben növeli a széndioxid és metán kibocsátást a földhasználati funkciók megváltoztatása révén. Az éghajlatváltozás problémájának a megközelítése ma világszerte a mitigáció (kibocsátáscsökkentés) és az adaptáció (alkalmazkodás) kettősségén nyugszik. Ez a tagolás ahhoz vezet, hogy a mitigációs és adaptációs célok nem működnek egy rendszerben, akadályozzák, gyengítik egymást.

Kérjük, hogy az Alkotmánybíróság mondja ki, hogy a felszínborításban okozott változásokat az ÜHG kibocsátással egyenrangú terhelésként kell kezelni és kötelezze a jogalkotókat a természetes felszínborítottság helyreállításával kapcsolatos célok megfogalmazására a klímatorvényben.

I. **Fiatalok levele a generációs igazságtalanságok felszámolása érdekében**

Dr. Juhász Imre elnök

Alkotmánybíróság

Budapest

Tisztelt Elnök Úr!

Alulírott fiatalok szeretnénk kifejezni aggodalmunkat Magyarország válaszával kapcsolatban a globális éghajlatváltozás egyre sürgetőbb kihívásaira, és kérjük, hogy szüntesse meg a törvényben kódolt generációs igazságtalanságot az Alkotmánybíróság klímavédelemről szóló 2020. évi XLIV. törvény (továbbiakban: klímátörvény) megsemmisítésére irányuló utólagos normakontroll eljárásban.

Friss előrejelzések szerint az idei 2024. az első olyan év, amikor a globális átlaghőmérséklet-emelkedés meghaladja a Párizsi Megállapodásban vállalt 1,5°C-os határértéket - amelynek túllépése visszafordíthatatlan károkat okoz világszerte. Magyarország jelenleg hatályos klímátörvénye (2020. évi XLIV. törvény a klímavédelemről) vállalja a 2050-re elérendő hazai klímasemlegességet, azonban nem garantálja, hogy a kibocsátáscsökkentés oroszlánrésze nem az utolsó évtizedekre tolódik át. Ez a késlekedés drámai terhet ró ránk, fiatalokra – egy olyan generációra, amely már így is az éghajlatváltozás egyre jelentősebb hatásainak árnyékában éli és tervezi életét.

1. Globális összefogás és Magyarország, mint fejlett ország felelőssége

A Párizsi Megállapodás kimondja, hogy a fejlett országok nagyobb felelősségüknek megfelelően nagyobb részt vállalnak a kibocsátáscsökkentésből. Aggódunk amiatt, hogy Magyarország fejlett országgént nem járul hozzá arányos mértékben a globális fellépéshez. Mindannyian tudjuk, hogy az éghajlatváltozás csak globális összefogással küzdhető le. A fejlett országoknak vezető szerepet kell vállalniuk és a fejlődő országokra is szükség van. Ha azonban a Globális Észak egy országa – bármekkora nagyságrendű is a kibocsátása – csak halogatja a cselekvést, az az egész globális közösség törekvését visszaveti.

Hazánk azáltal, hogy nem vállal arányos kibocsátáscsökkentést 2030-ra és nem határoz meg erős közties mérföldköveket és megfelelő, átfogó intézkedéseket minden ágazatban 2050-ig a klímasemlegességhez, kibújik a felelősség alól.

2. A klímátörvény elégtelen céljai

Magyarország klímátörvénye kétségbeejtő képet fest a 2050-re vállalt klímasemlegesség eléréséhez vezető úttal kapcsolatban. A 2030-ra 40%-os kibocsátáscsökkentési célkitűzés (1990-hez képest), 21%-os megújulóenergia arány, a végső energiafelhasználás nem érdemi korlátozása (és az energiahatékonysági cél hiánya) megengedi a pazarlást a jelenben, míg a feladat nagy részét és költségeit a jövő generációira hárítja.

Magyarország már 2023-ban, különösebb tudatos erőfeszítés nélkül elérte a klímátörvény 2030-as kibocsátáscsökkentési célkitűzését. Ennek ellenére, a kibocsátás fennmaradó részének kezelését – 60%-ot – pedig 2030 utánra engedi hagyni a törvény. Vagyis a jövőben 20 év alatt másfélszer akkora kibocsátáscsökkentést kellene véghezvinni, mint 40 év alatt. A felülvizsgált 2030-as

kibocsátáscsökkentési célkitűzés (50%) civil szakértők szerint hasonlóan 2030 utánra hagyja a klímasemlegességi munka nagyját.

3. Generációs igazságtalanság

A jelenlegi elégtelen célok aránytalanul nehezítik generációnk boldogulását. Az érdemi, arányos kibocsátáscsökkentés halogatása igazságtalan ránk, fiatalokra nézve. Az éghajlatváltozás elleni küzdelem költségei 2030 utánra tornyosulnak, amelyet így aránytalan mértékben nekünk kellene fizetnünk - akik nem tehetünk az 1990 előtti kibocsátásokról, és a jelenlegi pazarló (gazdasági - és energia) rendszert sem mi építettük.

Mi, akik már a mindennapjainkban is törekszünk arra, hogy csökkentsük fogyasztásunkat, és felelősséget érzünk az utánunk jövő generációkért is. A most meghozott döntések határozzák meg a mi és a gyermekeink életét és jövőjét. Elvárjuk, hogy a jelen döntéshozói is vállaljanak felelősséget értünk. Mi lesz velünk, és azokkal a fiatalokkal, akik 2030 környékén (vagy 2030 után) lépnek a munkaerőpiacra, alapítanak családot, próbálnak otthont teremteni? Nekünk kell majd megfizetnünk a jelenleg is tartó halogatás árát, miközben a mostani döntéshozók nem hajlandók felelősséget vállalni a jövőnkért. Egész életünket meg fogja határozni az éghajlatváltozás és annak negatív hatásai. Egyre nehezebb körülmények között kell majd élnünk és alkotnunk. Ha nem cselekszünk időben, a klímaváltozás mérséklésére és az alkalmazkodásra irányuló törekvések itthon is nemcsak egyre nehezebben megvalósíthatóvá, de egyre drágábbá válnak.

Fiatalként kétségbeejtő látni a gyorsuló éghajlatváltozás következményeit a mindennapi életünk során, tudva, hogy ezek fokozódni fognak és egyre kiszámíthatatlanná válnak. Ha ez még nem lenne elég, nyomasztó számunkra, hogy mi már nem csak a mindennapi boldogulásunkért fogunk dolgozni, hanem azért is, hogy az előttünk lévő generációk számláit - amit mi már nem tudunk, és nem is akarunk tovább halogatni - kifizessük.

Aggódunk, mert úgy érezzük, hazánk nem gondoskodik megfelelően a mi generációnkról.

Úgy érezzük, hogy a ma döntéshozói cserbenhagyják a fiatalok jövőjét.

Úgy érezzük, hogy a ma döntéshozói megfélemeznek arról, hogy döntéseik nemcsak a jelenlegi, hanem a jövő generációk életére is kihatnak.

Úgy érezzük, hogy a ma döntéshozói annak ellenére nem cselekszenek, hogy az ő döntéseik mi életünkre lesznek meghatározó hatással.

Úgy érezzük, hazánk döntéshozói megnehezítik az életünket.

Tudjuk, hogy hazánk klímasemlegességének eléréséhez már léteznek megoldások. Magyarországnak most kellene felvázolnia egy olyan pályát, ami kiegyensúlyozottan csökkenti a kibocsátásokat és az energiafelhasználást, és nem ró aránytalan költségeket ránk, fiatalokra.

4. Konklúzió

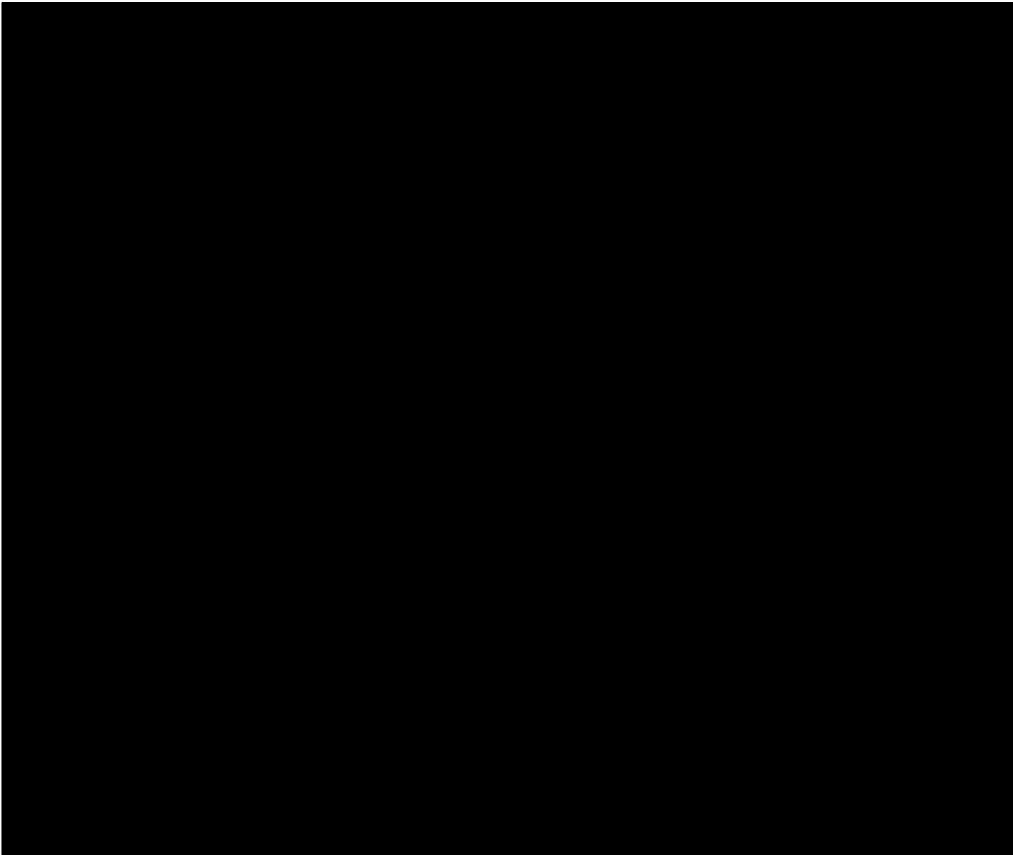
Kérjük a Tisztelt Alkotmánybíróságot, kötelezze a magyar Országgyűlést, hogy dolgozzon ki a 2050-es klímasemlegesség eléréséhez szükséges olyan célokat mérföldköveket és intézkedéseket, amelyek a fiatalok generációk számára is igazságosak, és nem nehezítik aránytalanul generációnk boldogulási esélyeit. Illetve ez alapján dolgozza át Magyarország klímátörvényét, megszüntetve a generációs igazságtalanságot!

Nem igazságos, hogy nekünk kell megfizetni a halogatás árát! Hiszen a megoldások már ma is léteznek, amelyekkel, időben és céltudatosan cselekedve, el lehetne kerülni a generációnk jövőjére nehezedő szükségtelen terheket.

Miért munkálkodunk, ha nem azért, hogy a jövő generációinak jobb legyen?

Kérésünk figyelmébe vételében bízva, tisztelettel:

Aláírók, a Magyar Természetvédők Szövetsége ifjúsági programja tagjai:



II. A globális és nemzeti társadalmi igazságosság és a klímátörvény¹

Az Alaptörvény Q) cikkelye szerint „Magyarország a béke és a biztonság megteremtése és megőrzése, valamint az emberiség fenntartható fejlődése érdekében együttműködésre törekszik a világ valamennyi népével és országával.”

Az éghajlatváltozás globális probléma, de az egyes népek és országok nem azonos mértékben járultak hozzá a probléma kialakulásához és nem egyenlő mértékben szenvednek a probléma okozta károktól és veszteségektől.

Jelen fejezetben arra kívánunk rámutatni, hogy Magyarország a globális átlagnál jobban felelős az éghajlatváltozás kialakulásáért, ezért különös felelőssége, hogy a probléma elhárításában és csökkentésében mielőbb, hatékonyan és igazságos módon lépjen.

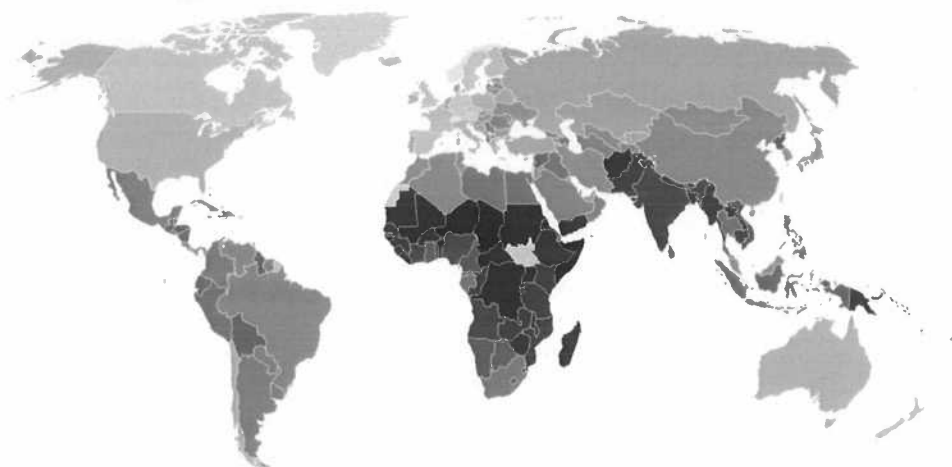
Hazánk európai viszonylatban az éghajlatváltozásnak jobban kitett országok közé tartozik, de globális szinten vannak Magyarországnál jóval sérülékenyebb országok régiók is, jellemzően a világ legelmaradottabb országai, a globális Dél (lásd 2.1 ábra).

The countries most vulnerable to climate change

The Notre Dame Global Adaptation Initiative index gauges countries' vulnerability based on their exposure, sensitivity and ability to adapt to the negative impacts of climate change.

Vulnerability to climate change

Low High



Darker colors reflect greater vulnerability; gray indicates no data available

Map: The Conversation/CC-BY-ND • Source: ND-GAIN • Created with Datawrapper

2.1. ábra Az éghajlatváltozási szempontból legsérülékenyebb országok

Sajnálatos példa erre Pakisztán, ahol a gleccserolvasztó hóhullámot követő szélsőséges esőzések 2022 nyarán az ország közel egyharmadát elárasztották².

Az áradás következtében a pakisztáni szántóföldek kilométeres tavakká váltak. Több mint 1700 ember halt meg, milliók veszítették el otthonukat és megélhetésüket, és több mint 4 millió hektárnyi termés

¹ A fejezetet Dr. Farkas István Tamás készítette

² <https://theconversation.com/loss-and-damage-who-is-responsible-when-climate-change-harms-the-worlds-poorest-countries-192070>

és gyümölcsös, valamint állatállomány fulladt meg vagy károsodott. Ezt követte a maláriás megbetegedések megugrása, mivel a szúnyogok elszaporodtak az állóvízben.

Pakisztánban az egy főre jutó karbonlábnyom 2,5 tCO₂eq/fő (2022), ami például az európai unió egy főre jutó karbonlábnyomnak (8,09) kevesebb, mint harmada.³

A szegény országokat számos esetben sújtják klímaváltozással összefüggésbe hozható katasztrófák, amelyek veszteségeit és kárait maguk nehezen tudják kezelni.

Mozambikban, a világ 6. legszegényebb országában, 2019-ben az Idoi és Kenneth ciklonok 1,7 millió ha termőföldet mostak el, földönfutóvá téve a szegény ország lakosságának jelentős részét. Az ország közkiadásai egyharmadát adósságszolgáltatás teszi ki, azért nagyon nehéz a katasztrófák utáni helyreállítási költségeket saját erőből biztosítani.

A karib-tengeri Barbuda 90%-át letarolta az Irma hurrikán 2017-ben, 150 millió dollár kárt okozva. A katasztrófa után néhány nappal lett esedékes az adósságvisszafizetése következő részlete, amely felfüggesztéséhez az IMF nem járult hozzá.

Szintén a karibi „Édenkertben” van Dominika. Az országnak a Maria hurrikán 2017-ben 1,3 milliárd dollár kárt okozott. A károk és veszteségek kezelésére Dominika a Világbanktól és más forrásokból 115 millió dollárt segílyt kapott, amely a szükséges összeg 10%-át sem éri el.

A Economist Intelligence Unit (2019) megbecsülte az éghajlatváltozás okozta veszteségeket és károkat a 2050-es évekre. Vizsgálatuk szerint a károk GDP arányosan a legszegényebb országokban lesznek a legmagasabbak. Afrikában a GDP 4,7%-át, Latin-Amerikában 3,8%-t fogják elérni a károk. Közél-Keleten 3,7%, Kelet-Európában 3%, Ázsiában és Óceániában 2,6% lesz a GDP arányos veszteség. Míg a fejlett országokban ez az arány nem éri el a 2%-ot: Nyugat-Európában 1,7%, Észak-Amerikában 1,1% a becslés.

Kimondható, hogy az éghajlatváltozás nagyobb mértékben fenyegeti a globális Dél országai lakosainak életét és gazdasági lehetőségeit, mint a fejlett országokét. Hogyan állunk az éghajlatváltozás okozásáért való felelősséggel?

Az Oxfam karbonegyenlőtlenségi jelentése (2020)⁴ kimutatta, hogy az 1990 és 2015 közötti 25 év alatt az éghajlati válság gyorsan eszkalálódott, mivel a globális éves üveghatásúgáz-kibocsátás mintegy 60%-kal nőtt, és az 1800-as évek közepe óta a légkörbe juttatott összes kibocsátás körülbelül megduplázódott.

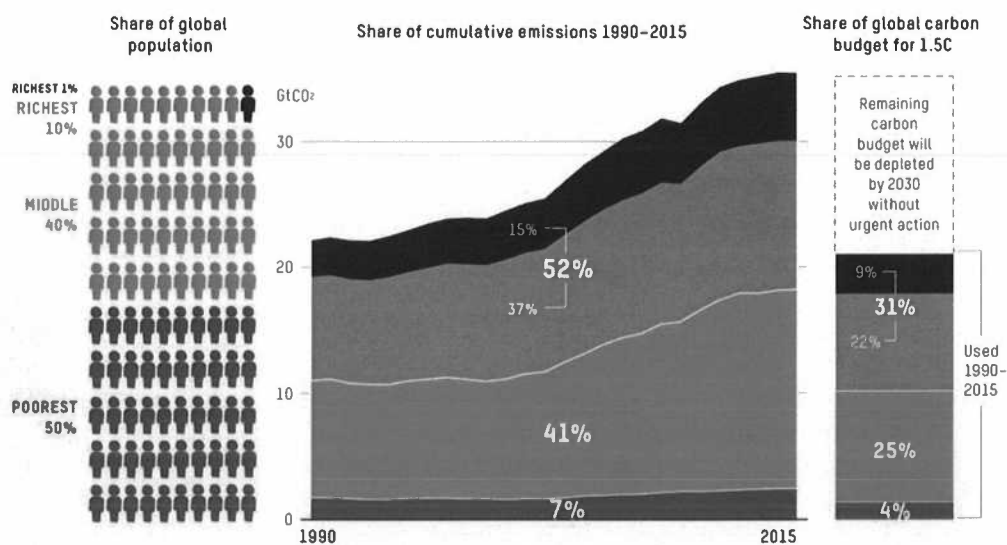
A 2.2. ábra mutatja a különböző globális jövedelmi csoportok fogyasztásához kapcsolódó üvegházhatású-kibocsátás becslést ebben az időszakban, valamint az erre az időszakra jutó 1,5 Celsius-fokos globális átlaghőmérséklet-emelkedés eléréséig kibocsátható ÜHG-kibocsátási keret (karbon-költségvetés) kimerülését.

³ forrás [EDGAR - The Emissions Database for Global Atmospheric Research](#)

⁴ S. Kartha, E. Kempt-Benedict, E. Ghosh, A. Nazareth and T. Gore. (2020). The Carbon Inequality Era: An assessment of the global distribution of consumption emissions among individuals from 1990 to 2015 and beyond. Oxfam and SEI. <https://www.oxfamamerica.org/explore/research-publications/confronting-carbon-inequality/>

A jelentés becslései szerint 1990 és 2015 között:

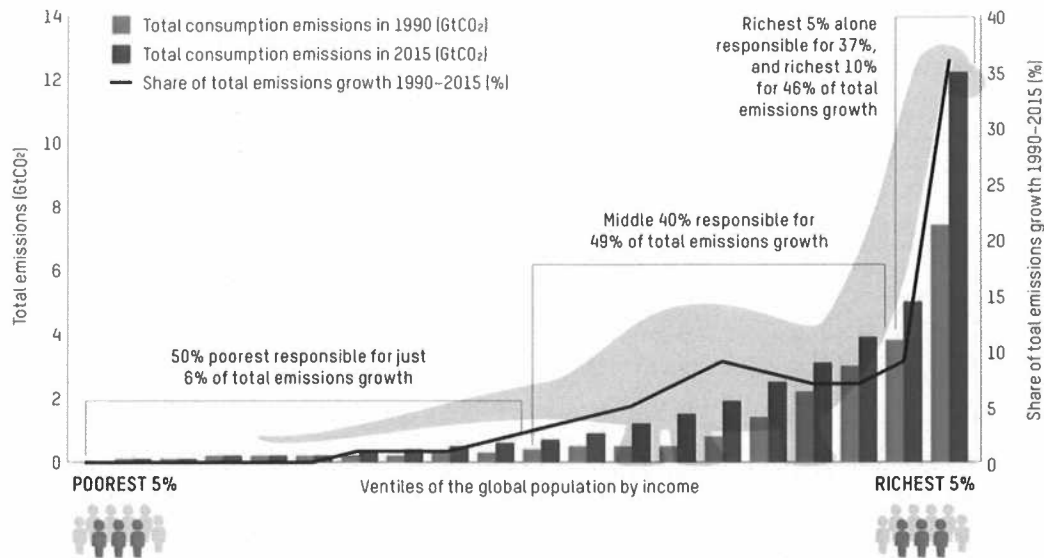
- Az emberiség leggazdagabb 10%-a (2015-ben kb. 630 millió ember) a kumulatív (1990-2015 közötti halmozott) kibocsátás 52%-áért felelős, ami a 1,5C globális karbon-költségvetést közel egyharmadával (31%) csökkentette;
- A leggazdagabb 1% (kb. 63 millió ember) egyedül a halmozott kibocsátás több mint 15%-áért felelős, ami a karbon-költségvetés 9%-át emésztette fel: ez több mint kétszerese a legszegényebb 50% (kb. 3,1 milliárd ember) kibocsátásának vagy több, mint az EU polgárainak halmozott kibocsátása.
- Az emberiség 40%-a, a globális középosztály (kb. 2,5 milliárd ember) a halmozott kibocsátás 41%-áért és a karbon-költségvetés 25%-áért felelős, míg a legszegényebb 50% a halmozott kibocsátás mindössze 7%-áért és a költségvetés mindössze 4%-áért.



Per capita income threshold (SPPP2011) of richest 1%: \$109k; richest 10%: \$38k; middle 40%: \$6k; and bottom 50%: less than \$6k. Global carbon budget from 1990 for 33% risk of exceeding 1.5C: 1,205Gt.

2.2 ábra: Az 1990 és 2015 közötti kumulatív kibocsátások és a globális szén-dioxid-kibocsátás 1,5 Celsius-fokos globális költségvetésének felhasználása a különböző jövedelmi csoportok fogyasztásához kapcsolódóan.

Az Oxfam tanulmány vizsgálta a kibocsátások növekedését és az ehhez kapcsolódó felelősségi kérdéseket (2.3. ábra). A leggazdagabb 10% (mintegy 630 millió ember) a teljes kibocsátás-növekedés 46%-áért felelt, míg a középső 40% 49%-kal járult hozzá a növekedéshez. Ezzel szemben a legszegényebb 50% alig növelte fogyasztási kibocsátását az időszakban.

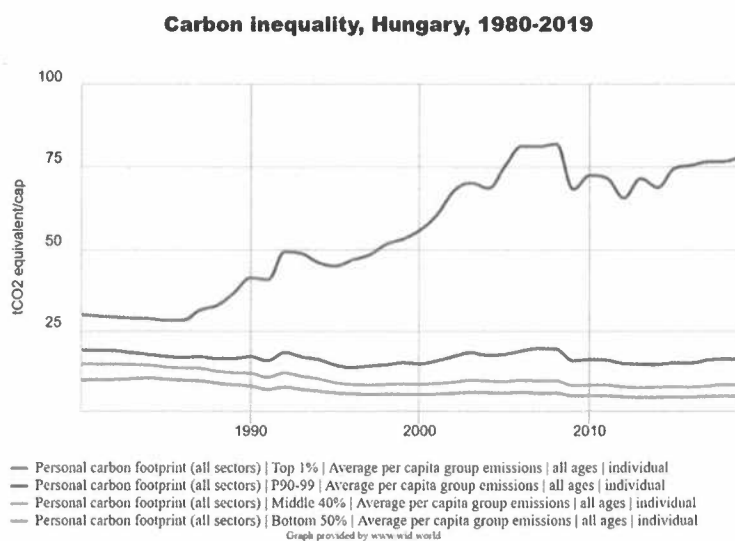


2.3. ábra: A szén-dioxid-kibocsátás egyenlőtlen növekedése „dinoszauruszgrafikonja” 1990-2015 között

A tanulmány szerinti referencia időszakban a magyar lakosság egy főre jutó jövedelme a World Inequality Database⁵ szerint 31,736 USD (2015) volt, azaz az átlagos magyar ember a globális jövedelmi skálán a felső 10% alatt helyezkedik el. A magyar lakosság egy része a felső 10%, másik része a középső 40%-os globális jövedelemcsoportban helyezkedik el.

Tehát kimondható, hogy Magyarország a globális felelősségi rangsor elején helyezkedik el, a fejlett országok között – még ha nem is a legfejlettebbek között –, ezért különösen felelős az éghajlatváltozás elhárításáért. Ezért is szükséges a magyar klímátörvényben szigorú csökkentési számokat meghatározni.

Ha arra vagyunk kíváncsiak, hogy a magyar lakosságon belül hogyan alakulnak a felelőségek, akkor megnézhetjük a lakosságon belüli jövedelmi csoportok kibocsátását (World Inequality Database).



2.3. ábra A magyar jövedelmi csoportok ÜHG kibocsátásának alakulása 1980-2019 között (WID)

⁵ <https://wid.world/country/hungary/>

Látható, hogy a '80-as évek közepéhez számítva a magyar lakosság alsó 50%-a (sárga vonal) és azt követő 40%-a (zöld vonal), azaz a lakosság szegényebb 90%-a felére csökkentette a kibocsátásait. Az ezt követő 9% (kék vonal) kb. 15%-kal csökkentette a karbonlábnyomát. A legfelső 1% (piros vonal) azonban két és félszeresére növelte a fogyasztásból származó kibocsátásait. A leggazdagabb 1%-ba tartozók átlagos karbonlábnyoma tízszerese a középső 40%-nak és tizenötszöröse a legszegényebb 50%-nak 2019-ben. A másfél fokos éghajlatváltozási határhoz szükséges 2 tCO₂eq/fő karbonlábnyom eléréséhez a legszegényebb 50%-nak is felére kellene csökkentenie a 2019-es karbonlábnyomot, míg a leggazdagabb 1%-nak negyvenedére kell redukálnia a fogyasztásból adódó kibocsátásokat.

Tehát elmondható, hogy az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezménye és a Párizsi Megállapodás végrehajtásáért a magyar társadalom alsó 90%-a tett érdemi lépéseket, míg a leggazdagabbak nem tettek eleget a kötelezettségnek, sőt a kibocsátáscsökkentés feladatait az alsó 90%-ra hárították át.

A fentiekből következik, hogy a magyar klímátörvénynek nem elég csak szigorú csökkentési számokat meghatározni, de olyan módon kell ezt megtennie, hogy a kibocsátáscsökkentés igazságos módon valósuljon meg.

Az igazságos módon megvalósuló csökkentés hatékony eszköze lehet az ún. **fosszilis erőforrás-fogyasztási jog kereskedelmi rendszer** bevezetése, amelyet a Magyar Természetvédők Szövetsége javasolt.⁶

A rendszer keretében a különböző fogyasztói csoportok (egyének, vállalatok, intézmények) között évről évre csökkenő mennyiségű fosszilis energiafogyasztási jog kerülne szétosztásra. Akik a kapott jogoknak legalább egy részét megtakarítják, részüket a fogyasztási jog kezelőjén keresztül értékesíthetik azoknak, akik többet fogyasztottak a kapott felhasználási joguknál. A kezelő forintért adja el a kvótát a vevőnek, és zöld pénzt (pénzhelyettesítő) juttat a jog eladójának. A zöld pénz egy zárt kereskedelmi rendszerben váltható áruvá vagy szolgáltatásokra. Ebbe a termelői-fogyasztói körbe a fenntarthatósági feltételeket teljesítő felek kerülhetnek bejegyzésre. Ezáltal a zöld pénz megnyitja az utat egy regionális, a fenntarthatósági kritériumoknak megfelelő ún. zöld piac kialakítására.

Ahhoz, hogy a termelők és fogyasztók, vagyis mindenki takarékoskodni tudjon vagy a számára a legmegfelelőbb döntést hozhassa, ún. visszatérülő alap áll rendelkezésre. Ebből minden szereplő kamatmentes támogatást kaphat, aminek az elszámolási egysége a zöld pénz. Így a megtakarított fogyasztási jogokkal beruházások is finanszírozhatók.

A visszatérülő alap esélyt teremt mindenki számára, hogy beruházzon és takarékoskodjon, míg másfelől élénkíti a gazdaságot, és a fogyasztási jogok rendszerével együtt átalakítja annak szerkezetét. A zöld pénz lehetőséget ad a szociális igazságosság javítására, míg a gazdaság szerkezetátalakításán keresztül a környezeti terhelések jelentős csökkenése várható.

⁶ https://mtvsz.hu/uploads/files/2_mtvsv_javaslat_eghajlatvedelemi_osztonzorendszer_2020.pdf

III. A természetes felszínborítottság hatása az éghajlatra⁷

ÖSSZEFOGLALÓ

A természetes ökoszisztémák állandó felszínborítottságot biztosítanak: a vegetációs időszakban a változatos összetételű és többszintes lombozattal, ezen kívül pedig az ősszel elhaló zöld tömeg talajtakarásával. Az állandó borítottság megakadályozza a talaj víz és szél általi pusztítását, a talaj betömörödését, kiszáradását. Az elhaló zöld tömegből humusz képződik. A szerves anyagban található szén egy része a talajban raktározásra kerül, másrészt visszakerül a körforgásba. A talajt takaró szerves anyag biztosítja a talajélet változatosságát.

A természetes felszínborítottság kapcsolata az éghajlattal kétirányú: az éghajlat meghatározza a vegetációval való borítottság mértékét és milyenségét; a vegetáció pedig befolyásolja a klimatikus viszonyokat.

A természetes felszínborítás kulcsfontosságú ökoszisztéma szolgáltatásai

Árnyékolás, hűtés

A növényzet kétféle módon hűti a környezetet: árnyékolja az egyébként rövidhullámú sugárzást elnyelő felületeket, valamint párologtatás révén hőt von el a környezetből. Így módon a növények befolyásolják, hogy a földfelszín mennyire melegszik fel. Azokon a területeken, ahol sűrű a növényzet, a földfelszín hőmérséklete soha nem emelkedik 35 Celsius fok fölé. Minél szerkezetesebb egy erdő, annál jobb lesz az árnyékolás. Ez is az oka annak, hogy egy mesterséges, egykorú, monokultúrás erdő nem tudja azt a kedvező mikroklimatikus hatást előidézni, mint egy jól színtezett erdő.

Vízvisszatartás

A növényzet visszatartja a csapadékvíz egy részét. A legnagyobb mértékben a természetes erdők tartják vissza a csapadékot, mindössze 10-20% közötti a mederbeli lefolyás, a többi a talajba szivárog. Művelt területek esetében a mederbeli lefolyás 50-60%, míg egy város esetében 90-100%, egy falu esetében pedig 40-50%.

Párologtatás és a csapadékképződés előmozdítása

A csapadék képződéséhez párára van szükség. A legtöbb párát a természetes erdővegetációval fedett területek képesek elpárologtatni, ezért a csapadékképződés szempontjából ezek a legjelentősebbek. Ezen kívül a szabad vízfelületek a legnagyobb páráképzők. A párologtató növényzet a talaj mélyebb rétegeiből is nedvességet juttat a légkörnek, amely helyi záporok zivatarok kialakulásához vezethet. Az így kialakult zivatarok légköri összeáramlást okoznak, nagyobb távolságokból is összegyűjtik a nedvességet, amely ugyancsak a felhőbe jut és a csapadék visszahullik a talajra. A kiszáradt talaj viszont nem párologtat eleget, és a keletkező csekély pára nem elegendő a helyi záporok táplálására, a pára máshol fog csapadékként hasznosulni.

Biotikus pumpa

Az óceánok és tengerek párájának eljuttatását a szárazföld belsejébe a biotikus pumpa elmélete magyarázza. A tengerek felől érkező párát az erdők szivattyúként működve szállítják a kontinens belsejébe. Amikor a vízgőz kiürül a légkörből, akkor a nyomása csökken, ez pedig összeáramlást hoz létre, és a keletkező légáramlás tovább juttatja a nedves légtömegeket a kontinens belsejébe. Így vezetnek be az erdőségeket az esőket több mint ezer kilométerre a szárazföld belsejébe.

A biológiai kondenzációs magok szerepe a csapadékképződésben

Ahhoz, hogy a párából csapadék képződjön, kondenzációs magokra van szükség, melyek lehetnek szervesek vagy szervetlenek. Egyes baktériumok a szervetlen részecskékhez képest lényegesen magasabb hőmérsékleten is képesek kondenzációs magként szolgálni. A globális átlaghőmérséklet emelkedése miatt ez egyre fontosabb. A melegebb levegő több vízgőzt tud magába zárni, anélkül, hogy a víz kicsapódna. 20°C-os légtömeg 17,3 gramm/m³ vizet képes megtartani, 30°C-os már 30,4 grammot. Mivel a vízgőz erőteljes üvegházgáz, ez tovább fokozza a felmelegedést.

A biológiai eredetű kondenzációs magok szerepe felértékeli a természetes felszínborítottságot. A természetes ökoszisztémák képesek arra, hogy a csapadékképzésben szerepet játszó biológiai ágenseket kiegyensúlyozottan, a legnagyobb sokféleséget biztosítva juttassák a légkörbe.

A jelenlegi földhasználat káros hatásai

A jelenlegi földhasználati (településtervezési, agrárgazdálkodási és erdészeti) gyakorlat jelentős mértékben hozzájárul a környezeti kockázatok növeléséhez, hajtóereje a környezeti és éghajlati problémák létrejöttének.

Mezőgazdasági területek, szántóföldek

Az emberiség az elmúlt 5000 évben a föld erdőterületeinek harmadát, a természetes gyepek 66%-át felszámolta. Összességében a természetes vegetációval borított területek 46%-át alakítottuk mezőgazdasági területté. Jelenleg a szárazföld negyedét használjuk mezőgazdasági termelésre, tizedén pedig szántóföldi gazdálkodást folytatunk. Ennek klímamódosító hatása nemcsak az üvegházgázok (ÜHG) kibocsátása és a csökkent szénmegkötés miatt jelentős, hanem a megváltozott felszín funkciómódosulása miatt is, mely két folyamat egymás hatását erősíti.

A mezőgazdasági terület 54,5%-ot az erdő 22,3%-ot foglalt el az ország területéből. A szántóterület 44,3%, a hasznosított gyepterület 8,53%. Biológiaiilag inaktív, mesterséges terület az ország területének 6,5%-ka. 1 932 ezer hektár a művelésből kivont terület, amely a termőterület kárára folyamatosan nő. Globális és európai összehasonlításban is feltűnően magas a szántóterületek aránya, és csekély a gyep és erdőterületeké.

A természetes felszínborítottsággal ellentétben a szántóföldi kultúrák nem biztosítják egész évben a talaj takarását. A felszínborítás még a vegetációs időszakban is korlátozott, vegetációs időszakon kívül pedig a talaj takarás nélkül marad. A takaró nélkül maradt talaj pusztul, kiszárad, betömörödik, ki van téve a túlzott felmelegedésnek vagy lehülésnek, továbbá nincs alapanyaga a humuszképződésnek, és tápláléka a talaj élővilágának.

A talaj élővilágának pusztulása a természetes növénytáplálás sérülését okozza. Mivel a mikroorganizmusok (baktériumok, gombák) biztosítják a növények számára a talajban található tápelemek oldott és felvehető formába történő átalakítását, ezért számosságuk lényeges csökkenése ellehetetleníti a növények talajjal való kapcsolatát. Ennek pótlására használjuk a műtrágyákat, amelyek viszont a növények kártevőkkel szembeni ellenálló képességét csökkentik, és indokoltá teszik a növényvédő szerek használatát. A növényvédő szerek viszont gátolják, hogy a növény önmaga termelje ki a védekezéshez szükséges ellenanyagokat, ezért lecsökken a beltartalmi értékük. Mindez az emberi táplálék minőségének romlásához vezet.

A hazánk területének közel felén folyó szántóföldi gazdálkodás keretében az ellátó szolgáltatás igénybevétele teljesen felélte az ökoszisztémák szabályozó, támogató és kulturális funkcióját. A szántóföldek sem a szénraktározásban, sem a mezo- és mikroklima kedvező szabályozásában, sem a vízháztartás fenntartásában nem játszanak szerepet. Gyepterületeink ökoszisztéma szolgáltatásai szintén folyamatosan erodálódnak, nettó szénkibocsátók a rajtuk eltartott állatok illetve a gyepterület, a fenntartás módja miatt. Klimatikus szabályozó szerepük alacsony.

Vizes élőhelyek

Magyarországon az elmúlt 50 évben a vizes élőhelyek 95%-át felszámoltuk, a maradékot pedig jelentősen átalakítottuk. Az Alföldön a felszíni vízborítás az 1800-as években 22% volt, ez 200 év alatt 5%-ra csökkent. Így az édesvízi élőhelyek károsítása és a helyi párolgás megszüntetése mellett drámaian csökkentettük a talaj szénmegkötő képességét, hiszen az élőhelytípusok közül a vizes élőhelyek rendelkeznek a legnagyobb szénmegkötő potenciállal.

Erdők

Erdőterületeink közel harmada idegenhonos fajokból álló kultúrerdő, honos erdőtülségeink viszont fatermesztési szempontok alapján szerkezetileg egyneműek, csekély szabályozó, támogató funkcióval rendelkeznek. Erdőink kevesebb mint 2%-a idősebb 120 évesnél és harmaduk nem áll természetvédelmi oltalom alatt. A védett és fokozottan védett öreg erdők több mint felén fakitermelés folyik.

Az erdei ökoszisztémákkal borított területek esetében az ökoszisztéma szolgáltatások javításának kulcsa a vágásos erdőgazdálkodás megszüntetése lenne. 2023-ban a fakitermelés 162 ezer ha erdőt érintett, amelyből 28 ezer ha tarvágás volt, szálalóvágással 7 ezer ha-t érintett.

Az ÜHG-csökkentés központú klímavédelem már most jól érzékelhető károkat okoz a biológiai sokféleség vonatkozásában. Az ÜHG kibocsátásra a megújuló, de kimeríthető erőforrások (biomassza) felhasználásában választ látó politika a természetes ökoszisztémák további romlásával, a kiterjedt és intenzívebbé váló monokultúrákon keresztül veszélyezteti a biológiai sokféleséget, miközben globális mértékben növeli a széndioxid és metán kibocsátást a földhasználati funkciók megváltoztatása révén.

Az éghajlatváltozás problémájának a megközelítése ma világszerte a mitigáció (kibocsátáscsökkentés) és az adaptáció (alkalmazkodás) kettősségén nyugszik. Ez a tagolás ahhoz vezet, hogy a mitigációs és adaptációs célok nem működnek egy rendszerben, akadályozzák, gyengítik egymást.

Kérjük, hogy az Alkotmánybíróság mondja ki, hogy a felszínborításban okozott változásokat az ÜHG kibocsátással egyenrangú terhelésként kell kezelni és kötelezze a jogalkotókat a természetes felszínborítottság helyreállításával kapcsolatos célok megfogalmazására a klímátörvényben. Míg az ÜHG kibocsátás csökkentése hosszútávon hoz eredményeket, a felszín természetes borításának rehabilitációja azonnali haszonnal kecsegtet a környezeti érdekek teljes skáláján.

Javaslatok hazánk felszínborítottságának javítására

Az éghajlatváltozás hatásainak enyhítése csak az ország egésze földhasználatának újratervezése által lehetséges. A szántóterületek negatív, illetve az erdőterületek pozitív éghajlat befolyásoló hatása miatt ezek az arányok rendkívül kedvezőtlenek, és sürgős változtatást igényelnek.

1. Meg kell szüntetni a termőterületek kivonásának gyakorlatát.
2. Új földhasználati zónarendszert kell kialakítani. Létre kell hozni egy védelmi célú kategóriát, amely egyesíti a különböző védelmi funkciókat (vízvédelem, biodiverzitás védelem, erdővédelem, talajvédelem, tájvédelem, mikroklíma védelem). Gondoskodni kell arról, hogy a még természetes, természetközeli területek kikerüljenek mindennemű használatból.
3. El kell törölni a művelési ágak merev határait. A művelési ágakba való besorolás, és az átjárhatóság adminisztratív akadályozása nehezíti az ökológiai szemléletű tájhasználatot. A merev határok gátolják, hogy a gazdálkodó váltogathassa, vagy éppen vegyítse a különböző használati formákat, pl. agrárerdészeti rendszereket, fás legelőt vagy erdőkeretet hozzon létre. Rugalmasan átjárható agrárökológiai rendeltetésű kategóriára van szükség.
4. Be kell vezetni a tájléptékű területi tervezés gyakorlatát, a területrendezési, településrendezési terveket táji léptékben kell összeegyeztetni.
5. Minden lehetséges helyszínen (településen, infrastruktúrák mentén, mezőgazdasági, erdőgazdasági területeken) gondoskodni kell a zöldfelületi funkció javításáról.
6. Olyan jogi és pénzügyi eszközrendszert kell létrehozni, amely növeli a természetes felszínborítást, s le kell építeni azokat az eszközöket, amelyek ösztönöznék a területek intenzív használatára.

A természetes felszínborítottság hatása az éghajlatra Javaslatok hazánk felszínborítottságának javítására

RÉSZLETES TANULMÁNY

Bevezető

Az éghajlatváltozás ma az első helyre rangsorolt környezeti kérdés, mivel már közvetlenül érezzük hatását. Ennek okán más, de az éghajlatváltozással kapcsolatban álló környezeti kérdések a háttérbe szorultak. Az éghajlatváltozásra épülő szektorális politika kialakulása nemcsak veszély, hanem tény is. Az ÜHG nézőpontú környezetvédelem már most jól érzékelhető módon károkat okoz más környezeti érdekek területén. Elsősorban a biológiai sokféleséget látjuk veszélyeztetettnek. Az ÜHG kibocsátásra a megújuló, de kimeríthető erőforrások (biomassza) felhasználásában választ látó politika a természetes térszerkezet további rombolásával, a kiterjedt és intenzívebbé váló monokultúrákon keresztül veszélyezteti a biológiai sokféleséget, miközben globális mértékben növeli a széndioxid és metán kibocsátást a földhasználati funkciók megváltoztatása miatt.

Az éghajlatváltozás problémájának a megközelítése ma világszerte a mitigáció (kibocsátáscsökkentés) és az adaptáció (alkalmazkodás) kettősségén nyugszik. Ennek megfelelően, ahogy a NÉS 2-ben is látjuk, külön fejezetek foglalkoznak a két nagy feladatcsoporttal. Ez a tagolás ahhoz vezet, hogy a mitigációs és adaptációs célok nem működnek egy rendszerben, keresztezik, gyengítik egymást.

A kibocsátáscsökkentés koncepciójának az oldalán a hiba a rendszerszemlélet hiányában keresendő. Az éghajlatváltozás kezelése az ÜHG kibocsátáson keresztül azt a látszatot kelti, mintha az éghajlatváltozás egyetlen terhelés hatására, az ÜHG kibocsátás hatására jött volna létre. Az ÜHG kibocsátás azonban csak egy a csokorba szedhető okok között, amelyek végső sorban az ökoszisztéma szolgáltatások megváltozásához vezetnek. Ebbe a csokorba tartozik, hogy az ember nemcsak a szén ciklust, hanem meg gondolatlan anyag és energia-áramlások létrehozásával az egész biogeokémiai ciklust felborította, a felszín struktúrájának átalakításával pedig megváltoztatta a felszín éghajlat-alakító hatásait. Megváltozott a felszín vegetációs borítása, a borítás milyensége és időbeli lefutása, megváltozott a felszín sugárzási-elnyelési tulajdonsága, a vízháztartásban, a mikro- és mezoklíma alakításában betöltött szerepe.

Ma az egész bolygó szárazföldjének negyedét használja az emberiség mezőgazdasági termelésre, tizedén pedig szántóföldi gazdálkodást folytat. Ennek klímamódosító hatása nemcsak az ÜHG kibocsátáson keresztül értelmezhető, s nemcsak a csökkent szénmegkötés révén, hanem a megváltozott felszín funkciómódosulása révén is (mikro- és mezo- klíma, vízháztartás, széljárás, földfelszín hőmérséklet, stb.). A felszín tulajdonságainak radikális megváltoztatását jelenti a különböző infrastruktúrák és település céljára használt területek. A folyók vízjárásának megváltoztatása, lecsapolások, tározók építése, lefolyás lassítása, vagy gyorsítása, mind, mind egy alapvető ökológiai feltétel módosítását jelenti.

A föld felszínében (térszerkezetében) okozott változásokat, tehát legalább egyenrangú terhelésként kell kezelni az ÜHG kibocsátással, amennyiben választ szeretnénk adni az éghajlatváltozásra. **Az állandóan fogásban lévő természetes felszínborítottság, vegetáció az ÜHG kibocsátással vetélkedő terhelés,**

amelyek ráadásul egymás hatását erősítik. Az ÜHG kibocsátásra módosuló éghajlat rontja a természetes vegetációs borítottság esélyét, a kiterjedésében csökkenő természetes vegetáció nem képes lépést tartani a növekvő szén-mobilizációval.

A két kérdés együttes kezelésének nemcsak elméleti, de gyakorlati indokai is vannak. Amennyiben az ÜHG kibocsátásra koncentrálunk, úgy hosszú-távon számíthatunk eredményekre, az éghajlat kedvezőbb megnyilvánulására. Az ÜHG kibocsátás csökkentése elkerülhetetlen, hiszen ennek szerepe a még rosszabb állapot létrejöttének megakadályozásában van. A felszín természetes borításának rehabilitációja viszont azonnali pozitív eredményekkel kecsegtet, ráadásul a környezeti érdekek teljes skáláján. Ez a hatás kettős az éghajlatváltozás szempontjából. Egyrészt a karbon megkötésben játszott szerepe, amely a szukcessziós folyamat klimax stádiumáig megnyilvánul, másrészt a felszínborítás éghajlatra gyakorolt pozitív hatása, amelynek nincs időkorlátja, ha a vegetációt fenntartjuk.

Ennek révén az ÜHG csökkentési célkitűzésekkel párhuzamosan egy átkaroló hatás jön létre. Amíg hosszú távon beérik az ÜHG csökkentés eredménye, addig rövid távon megnyilvánul a felszínborítás rehabilitációjának hatása. Ennek révén ezek az intézkedések kiegészítik és feltételezik egymást, s időbeli összehangolásuk pontos tervezést igényel.

A felszínborítottság állapotának javítása közgazdasági szempontból is indokolt. Elkülönítetten kezelve, mind a mitigáció, mind az adaptáció anyagi áldozatokat igényel. A felszínborítottság javítása azonban azonnal pozitív hatásokat eredményez, mivel a felszínborítás rehabilitációjával javítjuk az éghajlat-alakító képességet, azzal pedig megelőzhetünk számos, az adaptációban tervezett intézkedést.

A természetes felszínborítottság kapcsolata az éghajlattal

A kapcsolat kétirányú, 1., az éghajlat paraméterei (napsütéses órák száma; hőmérséklet; csapadék; szél intenzitás) a talaj és táji adottságokkal egyetemben meghatározzák a vegetációval való borítottság mértékét és milyenségét, 2., fordítva pedig, a vegetáció kiterjedtsége és milyensége befolyásolja a klimatikus viszonyokat.

1. Az éghajlat hatása a vegetációs borítottságra: Magyarországon a levegő páratartalma alapján négy klímaosztály különíthető el: bükkös, gyertyános-tölgyes; cseres-tölgyes; erdős-sztyepp klíma. A legnagyobb páratartalmú és a legalacsonyabb középhőmérsékletű a bükkös klíma, míg a legszárazabb és legmelegebb az erdős-sztyepp. Erdeinkben a klímaosztályok területi arányának változása összefüggésben van a felmelegedés hatásaival. 1961-ben Magyarország területének 5%-a volt bükkös klímába sorolható, 2010-ben 2%-a, az erdős-sztyepp klíma 1961-ben 19%-ot, 2010-ben már 25%-ot foglalt el. (Soproni Egyetem és a NAIK Erdészeti Tudományos Intézet adatai).

2. A vegetáció hatása a klimatikus viszonyokra: A növényzet aktívan hűti a környezetet a párolgás és transzspiráció révén, valamint passzívan árnyékolja az egyébként rövidhullámú sugárzást elnyelő felületeket.

A hőmérséklet a növények növekedésének globális mintázatát befolyásoló három fő hatás egyike. A rendelkezésre álló napfény és víz mellett a hőmérséklet határozza meg, hogy a föld sűrű erdőket, gyepeteket vagy csaknem kopár sivatagot tartalmaz-e.

Ezzel szemben a növények befolyásolják, hogy a föld felszíne mennyire melegszik fel. Azokon a területeken, ahol sűrű a növényzet, a földfelszín hőmérséklete soha nem emelkedik 35 Celsius fok fölé. A Föld legmelegebb szárazföldi felszíni hőmérséklete a növénymentes sivatagi tájakon van. (NASA Earth Observatory Vegetation and Land Surface Temperature https://earthobservatory.nasa.gov/global-maps/MOD_NDVI_M/MOD_LSTD_M)

Egy, a helyi klíma és a városi vegetáció kapcsolatát vizsgáló tanulmány eredményei kimutatták, hogy a növényzet aktívan hűti a környezetet a párolgás és párologtatás révén, valamint passzívan árnyékolja az egyébként rövidhullámú sugárzást elnyelő felületeket. Éjszaka a derült égbolt lehetővé teszi a hő gyors távozását a hosszú hullámú sugárzáson keresztül, ezáltal csökkentve a levegő hőmérsékletét és növelve a páratartalmat. Mivel a kiterjedtebb növénytakaró jelentősen csökkentheti a levegő hőmérsékletét, ezért a városi növényzet elengedhetetlen a hősziget-hatás mérsékléséhez. A háttérhőmérséklet emelkedésével és a relatív páratartalom csökkenésével a növényzet hűtési nagysága jelentősen megnő, vagyis a városi zöldfelületek hűsítő hatása erősebb a forró és száraz napokon, míg kevésbé érvényesül szélcsendes, párás környezetben. (Effects of local background climate on urban vegetation cooling and humidification: Variations and thresholds <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1618866723000110>)

A vegetáció hatása a csapadékképződésre:

A csapadék képződéséhez párára van szükség. A pára a párolgásból (passzív), illetve a párologtatásból (növényzet) származik elsődlegesen. Globális léptékben a csapadék 60%-a (50-97%-a) párolgással visszajut a légkörbe, 1-20%-a a felszín alatti vízkészleteket, valamint 2-27%-a a folyóvizet táplálja. A csapadék kb. 20%-a jut a tengerekbe.

Hazánk területére 20 éves átlagban 55 707 millió köbméter csapadék hullott (599 mm területi átlag), amelyből 48 174 millió köbméter párologott el, a belvízi lefolyás pedig 7 533 köbméter volt. (https://www.ksh.hu/docs/hun/eurostat_tablak/tab1/ten00001.html)

A lefolyás nem más, mint a víznek az összegyülekezése, amelynek során a víz vagy a felszínen vagy a talajban haladva, eljut egy mederbe (mederbeli lefolyás). A lefolyást a lejtő meredeksége, a talaj vízáteresztő képessége, és a **felszín vegetációval való borítottsága befolyásolja**, ugyanis a növényzet visszatartja a leszivárgó víz egy részét. A legnagyobb mértékben a természetes erdők tartják vissza a csapadékot, mindössze 10-20% közötti a mederbeli lefolyás, a többi a talajba kerül. Művelt területek esetében a mederbeli lefolyás 50-60%, míg egy város esetében 90-100%, egy falu esetében pedig 40-50%.

Tekintettel arra, hogy a csapadék képződéséhez párára van szükség, és mivel a legtöbb párát a természetes erdővegetációval fedett területek képesek elpárologtatni, ezért a csapadékképződés szempontjából ezek a legjelentősebbek. (A párolgás révén pedig a szabad vízfelületek a legnagyobb páráképzők.)

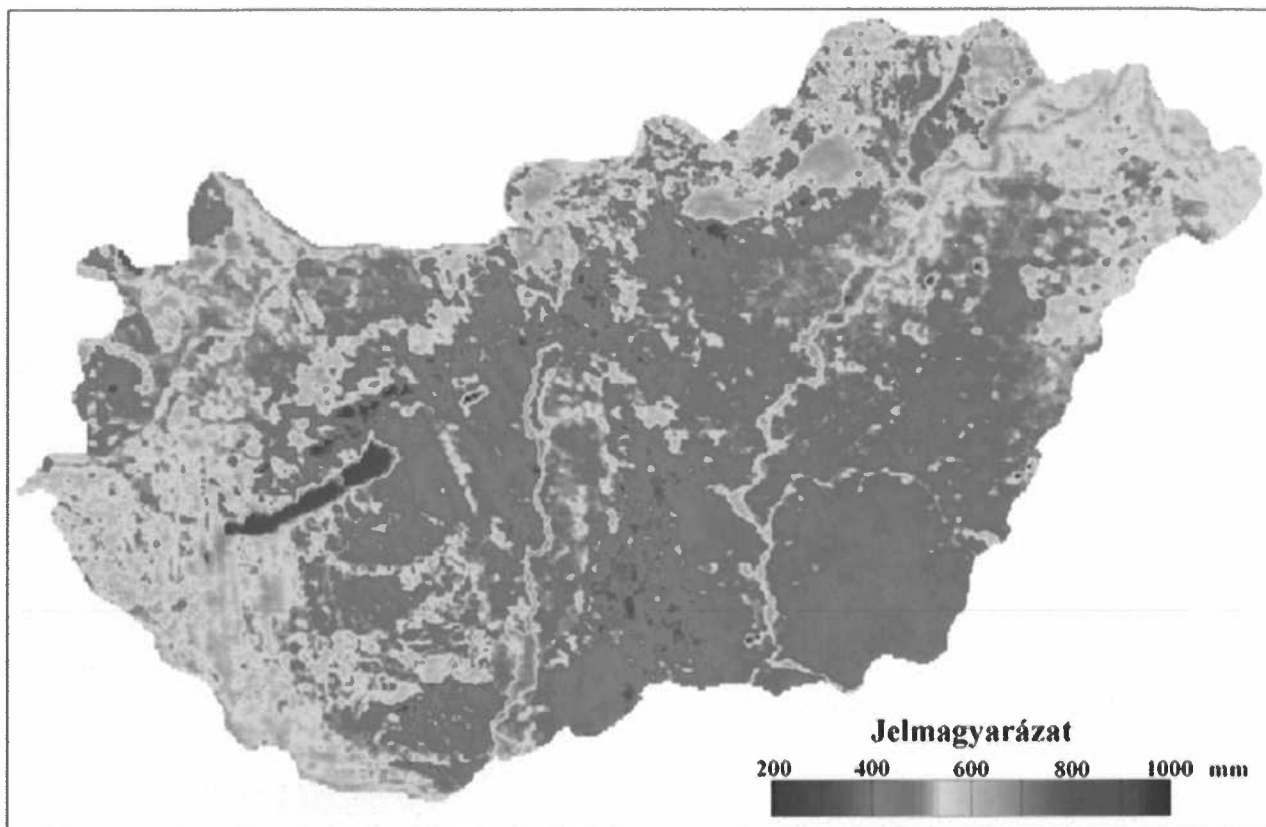
Mivel a párolgás a környezetéből hőt von el, ezért ez a vegetációtípus hűvösebb körülményeket is biztosít. Ennek mértékét azonban a levegő páratartalma befolyásolja, mivel magas páratartalom a párologtatás csökkenésével jár.

További kedvező hűtő hatást gyakorol a lombok általi árnyékolás. Belátható, hogy minél szerkezetesebb egy erdő, annál jobb lesz az árnyékolás. Ez is az oka annak, hogy egy mesterséges, egykorú, monokultúras erdő nem tudja az a kedvező mikroklimatikus hatást előidézni, mint egy jól színtezett erdő.

Az erdők mikroklimatikus jellemzőinek kutatása előrehaladott, és kétségtelenül bizonyított az is, hogy jelentős szerepet játszanak a hő- és vízháztartásban, a biomassza- produkcióban és a biogeokémiai ciklusokban. A fák lombkoronája befolyásolja az energia-, a vízgőz- és a szénkicserélődést a talaj, a törzstér és a légkör között, a lombzat árnyékol, továbbá a törzsekkel és a cserjeszinttel együtt csökkenti a szélesebséget. Fátlan területekkel összehasonlítva az erdők állományklímája sokkal kiegyenlítettebb, kisebb éves, szezonális és napi változékonysággal jellemezhető.

Hazai kutatások (őrségi zárt erdőállományok megfigyeléses vizsgálata, illetve a Pilisben, terepi erdőökológiai kísérletek) megállapították, hogy a vizsgált négy fahasználati mód (tarvágás, hagyásfacsoport, bontóvágás, lékvágás) mikroklímára gyakorolt hatása, összevetve a zárt (kontroll) állományok viszonyaival, a beavatkozások utáni első évben jelentős kezeléshatással járt, amely konzisztensen fennállt a hároméves vizsgálati időszak alatt. A különbségek a vegetációs időszak csúcsán voltak a legerősebbek. A kutatás eredményei felhívták arra a figyelmet, hogy az erdők kezelésében az örökzöld üzem mód térben heterogén és finom léptékű beavatkozásai ajánlhatók. (Kovács Bence, Az erdei mikroklíma vizsgálata gazdasági erdőkben, Doktori értekezés, ELTE, 2018.)

Az erdők nedvesség-visszatartó és szabályozó szerepe jól kitűnik a következő térképen is, annak ellenére, hogy a csapadék mennyiségét és párolgását más feltételek is befolyásolják. A Magyarország területére hulló átlagos évi csapadék 600 mm körül mozog. A legtöbb, évi 850 mm feletti értékek az Alpoknál, illetve az Északi-középhegység csúcsain mérhetők, az 500 mm alatti a Hortobágyon. Jól látható a Balaton, a Velencei-tó, a Fertő tó, illetve Tisza-tó magas párologtatási értéke, ami a szabad vízfelületeket jellemzi. Az erdőterületek párologtatási értékei ennél bonyolultabbak, hiszen a dél-, és nyugat-dunántúli erdőségek több csapadékot kapnak, az Északi-középhegység erdei a hűvösebb feltételek ellenére is sokat párologtatnak a viszonylag magas csapadék értékekből. A Dunántúli karszt és a Duna-Tisza közti homokhátság alacsony párolgási értékeit erősíti a repedezett kőzetre települt meszes, illetve homokos talaj nagy vízelnyelő kapacitása, és az erdők részleges hiánya.



Az évi átlagos párolgás eloszlása Magyarországon 9 év (2000–2008) adata alapján. Forrás: <https://em.bme.hu/content/hidrol%C3%B3gia>

A felszínborítottság lokális, regionális és globális léptékben is befolyásolja a vízkörzést, ezért a felszín vegetációs borítottságának csökkentése az erdőirtás, legeltetés, szántóföldi kultúrák terjeszkedése miatt megzavarja ezeket a folyamatokat.

Az intenzív páráképződés nem jelenti automatikusan azt, hogy ahol magas a párolgás, ott csapadék is fog esni. Globális léptékben az óceánok, tengerek párologtatják el a legtöbb vizet, de szerencsére ezek a páratömegek számos esetben eljutnak a kontinensek belsejébe, és nedvesen tartják a szárazföldek területeit is (hozott párából képződő csapadék). Ugyanakkor a párologtató növényzet (a négy évszakos területeken nyáron) a talaj mélyebb rétegeiből is nedvességet juttat a légkörnek, amely helyi záporok zivatarok kialakulásához vezethet. Az így kialakult zivatarok légköri összeáramlást okoznak, nagyobb távolságokból is összegyűjtik a nedvességet, amely ugyancsak a felhőbe jut és a csapadék visszahullik a talajra. A kiszáradt talaj viszont nem párologtat eleget, negatívan hat a nyáron meghatározó helyi csapadék kialakulására, és csak jelentősebb mennyiségű „hozott” nedvességből eshet eső. Az ilyen helyeken keletkező csekély pára nem elegendő a helyi záporok táplálására, viszont a máshol jelentkező összeáramlás ezeken a helyeken szétáramlást okoz, vagyis a pára máshol fog csapadékként hasznosulni. Ez az összefüggés is magyarázatként szolgál arra, hogy a magas mértékű felszínborítás miért előnyösebb klimatikus, de gazdasági szempontból is.

Az óceánok és tengerek párájának eljuttatását a szárazföld belsejébe a biotikus pumpa elmélete magyarázza. <https://www.researchgate.net/publication/228528788> The Biotic Pump Condensation Az elméletet Anasztázia Makarijevától és Viktor Gorskovtól származik, 2007-ből. Állításuk szerint a tengerek felől érkező párát az erdők szivattyúként működve szállítják a kontinens belsejébe. A tengerek

felől érkező nedves légtömegek csapadék formájában lehullnak, amelynek 60-70% visszatér a légkörbe, többi a talajból vízfolyásokba kerül (mederbeli lefolyás). A keletkező pára forrása a növényzet levélzetére, talajra hullott csapadék párologása, illetve a talajba lefolyt víz növények általi párologtatása, amely a fotoszintézis során vízpáraként távozik. A keletkező pára 50-80%-ka visszahull az erdőre, illetve „szállítószalagokon” át vándorol. Ezt a szállítószalagot, (biotikus pumpát) a légnyomás esése működteti. Amikor a vízgőz kiürül a légkörből, akkor a nyomása csökken, ez pedig összeáramlást hoz létre, és a keletkező légáramlás révén tovább juttatják a nedves légtömegeket a kontinens belsejébe. Az orosz tudósok ezzel magyarázták, hogy az Amazonas, a Kongó, sőt a Jenyiszej folyók körüli erdőségek miképp vezetnek be az esőket több mint ezer kilométerre a szárazföld belsejébe.

Az elmélet a mai napig megosztja a tudományos kutatókat, míg jó néhány tény alátámasztja az elmélet helyességét. Az erdőirtások együtt járnak a csapadékhozamok ideiglenes csökkenésével, az erdők kontinuitásának megszakadása a szállítószalag működését is megállítja, amint eltűnik az összefüggő erdőfelület, a folyamat megakad. Abban az esetben, hogyha a tengerparti erdők hiányoznak, a nedvesség néhány száz kilométernél nem képes beljebb hatolni a szárazföld belsejébe. A lehulló csapadék rövid úton visszakerül az óceánokba. Így a szárazföld belső részei kiszáradnak, idővel elsivatagosodnak.

Hipotézisüket olyan példák támasztják alá, mint Nyugat-Afrika, ahol a kontinens belseje felé haladva egyre nő a szárazság, ugyanakkor a parti erdőségek hiányoznak. Észak-Ausztráliában a parti 1600 mm-ről a csapadék mennyisége 200 mm-re zuhan 1500 km-re a szárazföld belsejében. Ezzel szemben azokon a kontinenseken, ahol kiterjedt erdőségek vezetnek a parttól a belső területek felé, a csapadék mennyisége közel azonos a tengerparton és a szárazföld belsejében. Pl., Kongóban évente nagyjából 2000 mm eső esik évente a parton, és ugyanannyi hullik a szárazföld belsejében is. Ugyanez igaz az Amazonas-medencére, a szibériai sarkvidékre, és a Mackenzie-folyó medencéjére Észak-Kanadában. Sajnos kimutatható, mérhető valóság, hogy a tengerparti erdőségeket jócskán megtizedelte az ember, az erdőirtások, legeltetés, gyakran jelentkező tűzvészek, és a beépítettség miatt. A szállítószalagok egyik fontos, és természetes eleme a folyókat kísérő galériaerdők is számos ponton veszteségeket szenvedtek, és elveszítették a folytonosságukat. Például gondoljunk a nagy folyóink mentén kialakított városi-ipari agglomerációkra, a közlekedési folyosókra, a hullámterekre leszűkült, vagy teljesen kiirtott erdőségekre, amelyek helyén mezőgazdasági tevékenységek folynak.

A biológiai kondenzációs magok szerepe a csapadékképződésben és a természetes felszínborítottság összefüggései

Ahhoz, hogy a párából csapadék képződjön, kondenzációs magokra van szükség. Ezek 0,1-1mm átmérőjű részecskék, mint pl., a tengerek feletti légkörben a hullámzásból származó nátrium-klorid, vagy a szárazföld felett a kén-dioxidból és ammóniából képződő ammónium szulfát. Élő szervezetből kijutó vegyületek is képesek kondenzációt létrehozni, pl., algák által termelt dimetil-szulfid, vagy fenyők által termelt terpének. Egészen a hetvenes évekig ismeretlen volt, hogy baktériumok, gombák is képesek csapadékképző magokat alkotni.

Azt a tényt, hogy a baktériumok havat és esőt okozhatnak, szinte véletlenül fedezte fel az 1970-es években David Sands, a Montana Állami Egyetem növénypatológusa a *Pseudomonas syringae* nevű mikrobával kapcsolatos kutatása során, amely a leveleken jégképződést, így fagykárokat is okoz. A *Pseudomonas syringae* egy rúd alakú, Gram-negatív baktérium, amely számos növényfajt képes

megfertőzni, és több mint 50 különböző kórkép köthető hozzá. Ma világszerte jelentős mezőgazdasági kórokozóként ismert, amely ellen baktericidokkal próbálnak védekezni.

Globális elterjedését, mint a legtöbb baktérium, gomba, úgy éri el, hogy utazásához a felszálló meleg levegőben található párát használják „közlekedő eszközként”, amely néhány nap alatt körbeutazhatja a Földet, majd valahol kicsapódhat csapadékként, és az esőcseppekkel messze tájakon érhet talajt.

A *P. syringae* lényegesen magasabb hőmérsékleten, már $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on is képes jégmagként szolgálni, annak köszönhetően, hogy a baktérium külső sejtfalon található „ice-plus” fehérje (INA protein, „Ice nucleation-active” protein) a jégkristályok magképző központjaként működik. Ez megkönnyíti a jégképződést a felhők szintjén, ahhoz képest, hogy kondenzációs magok nélkül a víz lefagyásához $-35\text{--}40\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra van szükség. Felfedezését követően gyakorlati jelentősége lett ezen tulajdonságának, a sípályák mentén a hóágyukban használják szárított változatát, a hóréteg gyarapítása érdekében. A glikoproteinek ugyanis a baktériumok halála után is folytatják a jégkristályosodást.

Kétségtelen dilemmát okoz a baktérium kettős szerepe, mert, mint növényi patogén irtandó, míg a csapadékképzésben betöltött szerepére ugyancsak nagy szüksége van, annak a mezőgazdaságnak, amely eddig csak ellenséget látott benne. Jelentőségét ez utóbbi szempontból az is felértékeli, hogy a globális átlaghőmérséklet emelkedése a felhőképződés szintjén is megnyilvánul, ami azt jelenti, hogy a melegebb levegő több vízgőzt tud magába zárni, mint egy hűvösebb, anélkül, hogy ez kicsapódna. $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os légtömeg $17,3\text{ gramm/m}^3$ vizet képes megtartani, $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os már $30,4\text{ grammot}$. A halmozódó vízgőz viszont pozitívan csatol vissza a felmelegedéshez, hiszen ez a legjelentősebb, ráadásul senki által sem vitatott üvegházgáz. Az összefüggést jól mutatja, hogy amíg globális átlagban 2003-ban 405 mm csapadék párolgott el évente, addig 2019-ben már 444 mm .

Az ellentmondást tovább növeli, hogy a baktériumnak létezik „ice-minus” mutánsa is, amely nem vált ki fagyhatást, és fagykárt a növények hajtásain. Ennek ismeretében az USA-ban genetikai módosítással létrehozták a rekombináns formát, Frostban néven, amelynek 1987-es helyszíni tesztelése volt az első génmódosított szervezet kibocsátása a környezetbe. Szerencsére a Frostban soha nem került forgalomba.

A *P. syringae* története indította útjukra a Louisiana Állami Egyetem mikrobiológusait, Brent Christner vezetésével, hogy a világ minden tájáról származó hómintákat elemezzenek, és kategorizálják a jégmagokat alkotó részecskéket. Szinte minden mintában nagy mennyiségű baktérium volt jelen. Az eredmények felvetik a kérdést, hogy az éghajlatváltozás és az emberi tevékenységek hogyan befolyásolják a baktériumok egyensúlyát a légkörben. (Bioprecipitation: a feedback cycle linking Earth history, ecosystem dynamics and land use through biological ice nucleators in the atmosphere, Morris et al., *Global Change Biology* (2014).

A biológiai eredetű jégmagképzők szerepe új részletekkel gyarapítja az éghajlatváltozással kapcsolatos ismereteinket, olyanokkal, amelyek eddig nem szerepeltek az éghajlatváltozás értelmezésében. E mellett felértékeli a természetes felszínborítottságot, tekintettel arra, hogy a természetes ökoszisztémák képesek arra, hogy a csapadékképzésben szerepet játszó biológiai ágenseket kiegyensúlyozottan, a legnagyobb sokféleséget biztosítva juttassák a légkörbe. A jelenség arra is felhívja a figyelmet, hogy az agrárium öngyilkos gyakorlatot folytat, immár nemcsak a talajjal, de a légkörrel is kapcsolatban, amikor alapvető ismeretek nélkül alakítja át a mikrobiális sokféleséget, és teszi azt egyöntetűvé. Tudatlanságunkat annak a fényében is be kell látnunk, hogy az olyan élőlények, mint pl., a *P. syringae*, már a növényi élet kezdetei óta jelen vannak, és részt vettek a légköri folyamatok alakításában.

A szántóföldi gazdálkodás komplex összefüggésrendszere az éghajlatváltozással

A hazánk területének csaknem felét kitevő szántóterületek (46,6%) már önmagukban eldönthetik az éghajlatváltozásra adható válaszok hatásosságát. A szántóföldeken termesztett egynyári monokultúrák alacsony ökoszisztéma szolgáltatásának oka a talajjal való bánásmód, illetve a felszínborítottság időbeni lefutása és monotonitása.

A természetes ökoszisztémák állandó felszínborítottságot biztosítanak, a vegetációs időszakban a változatos összetételű és többszintes vegetáció formájában, ezen kívül pedig az ősszel elhaló zöld tömeg talajtakarásával. Az állandó borítottság megakadályozza a talaj víz és szél általi pusztítását, a talaj betömörödését, kiszáradását. Az elhaló zöld tömegből először korhany, majd az élővilág közreműködésével televény talaj (humusz) képződik. A szerves anyagban található szén egy része a talajban raktározásra kerül, másrészt visszakerül a körforgásba. A talajt takaró szerves anyag, és a talaj háborítatlansága biztosítja a talajélet változatosságát és megfelelő számosságát, amely pedig lehetővé teszi a vegetáció természetes táplálkozását az erdei ökoszisztéma táplálékláncának sértetlensége miatt. A szerves anyagok a talajból a talajlakók közvetítésével jutnak el a növényekhez felvehető táplálékként, a szerves anyagok utánpótlását pedig az állandóan elhaló és megújuló élet biztosítja. A felszínen kialakuló természetes szukcesszió megakadályozza a pionír (gyomok) növények túlzott jelenlétét.

Az ember a talajműveléssel ezt az ingyen ökoszisztéma szolgáltatást lehetetleníti el, majd pedig mesterséges energiabevittel próbálja pótolni az elvesztegetett értékeket.

A természetes felszínborítottsággal ellentétben az egynyári kultúrák nem biztosítják egész évben a talaj takarását. Jelenlétük még a vegetációs időszakban is korlátozott, másrészt a talajforgatásos gazdálkodás következtében a talaj a vegetációs időszakon túl takarás nélkül marad. Ha hagytak is a betakarítás során szerves anyagot a felszínen, illetve ha volt is takarónövény, azt a szántás során beforgatták a talajba. A takaró nélkül maradt talaj pusztul a víz és szél koptató hatása miatt, kiszárad, betömörödik, ki van téve a túlzott felmelegedésnek vagy lehülésnek, továbbá nincs alapanyaga a televény talaj képződésének, és táplálék a talaj élővilágának. A talajba forgatott tarlómaradék, de akár istállótrágya is nagyon hamar degradálódik a talajban főleg az ott folyó felgyorsított oxidáció miatt, ezért nem javítja a talaj szerkezetességét, legfeljebb tápelemek forrásaként szolgál rövid ideig.

A művelt területeken a mederbeli lefolyás 50-60%, a talajba kevés beszivárgó víz jut, a rontott, többnyire eliszapolt talajszerkezet alkalmatlan a víz felvételére, és a megfelelő talajélet hiányában a víz tárolására.

A talajforgatásos intenzív mezőgazdaság két úton is hozzájárul az ÜHG kibocsátáshoz. Az egyik lényeges hatás a talaj szellőztetése. A szellőztetés egyrészt ÜVH gázok felszabadulásához vezet (szén-dioxid, metán, dinitrogén-oxid) másrészt mivel megnöveli az oxigén koncentrációt, ezért a talajban az oxidatív folyamatok kerülnek túlsúlyba. A szántás tehát csökkenti a szerves szén mennyiségét, s növeli a talaj szén-dioxid leadását.

A légkör üvegházhatású gáz terhelésében a talajművelés a műtrágyázáson keresztül is szerepet játszik. A műtrágyák megfelelnek ugyan rövidtávon tápelem forrásnak, jó hozamfokozók, de a talaj szerkezetességét nem képesek javítani. A talaj természetes biodinamikájához tartozik, hogy a fölösleges mennyiségben jelenlévő nitrogént a denitrifikáció eltávolítja a talajból. Oxigén hiányában a fakultatív anaerob baktériumok nitrátlézésre térnek át, ennek segítségével égetik el a szerves-anyagokat. A denitrifikációban ezért a nitrit és nitrát nitrogén-monoxiddá, dinitrogén-oxiddá és nitrogénné redukálódik. A talajból távozó nitrogén gázok kb. 10%-a dinitrogén oxid.

A denitrifikáció szerepe azonban pont azáltal nélkülözhetetlen, hogy az ember mesterségesen fixál nitrogént a levegőből, s nitrogén műtrágyák formájában azt bejuttatja a talajba. A túlzott műtrágya használat vezet a nitrogénfölséghez, s fokozódó denitrifikációs aktivitáshoz. (A növények gyökerei által felvett nitrogénműtrágya hatékonysága kb. 37-46 %-os, a foszforműtrágyáé igen alacsony, kb. 3-8 %-os. - Mackensen et al., 2000). Végül tehát így lesz a műtrágyázásból fokozódó üvegházhatás. Ha pedig ezt a rossz tulajdonságot szeretnénk az oxigén jelenlétével kiküszöbölni, akkor pedig éppen több szénatunk a légkörbe.

A talaj élet minőségi és mennyiségi csökkenésében a talajforgatás vezető szerepet játszik. A talaj kiszántásakor annak rétegezettsége vagy megfordul vagy részben átfordul, ami azzal jár, hogy a mélyebben lévő, anaerob körülmények uralta rétegek aerob körülmények közé kerülnek, a felsők pedig rossz oxigénellátás közé. Az alulra került rétegekben tömeges baktériumpusztulás indul meg, az ásványosodás lelassul. Felül a mikroorganizmusok aktiválódnak, a lebontási folyamatok, humusz bontó folyamatok felgyorsulnak. A humusz degradációjával romlik a talaj szerkezetesség.

A talaj élővilágának pusztulása a természetes növénytáplálás sérülését okozza. Mivel a parányi lények (baktériumok, gombák) biztosítják a növények számára a talajban található tápelemek oldott és felvehető formába történő átalakítását, ezért számosságuk lényeges csökkenése ellehetetleníti a növények talajjal való kapcsolatát. Ennek pótlására használjuk a műtrágyákat, amelyek viszont a növények kártevőkkel szembeni ellenálló képességét csökkentik, és indokoltá teszik a növényvédő szerek használatát. A növényvédő szerek viszont gátolják, hogy a növény önmaga termelje ki a védekezéshez szükséges ellenanyagokat, ezért lecsökken a beltartalmuk. A beltartalmak rendkívül kedvezőtlen alakulása hiányossá teszi az emberi táplálékokat, és minőségi éhezéshoz vezet, amelynek során a kevéske beltartalmat a szervezet mennyiségből próbálja pótolni. A folyamat az emberek egészségét teszi kockára, amely ráerősít a környezeti változásokhoz történő alkalmazkodási képességünk meggyengülésére. Így jutunk el a talajforgatásos gazdálkodástól, a talaj élővilágának csökkenésén keresztül a beltartalmi értékek elégtelenségéhez, és ezen át az alkalmazkodóképességét veszítő emberig.

Javaslatok

Bevezető

Az ökoszisztéma szolgáltatások koncepciója (Millennium Ecosystem Assessment, ENSZ, 2005) szerint az emberiség különféle hasznokat húz a természetből. Az ökoszisztémák szolgáltatásait négy nagy csoportra osztották, úgy mint ellátó, szabályozó, támogató (újabbán habitat) és kulturális szolgáltatások. Az ellátó szolgáltatások körébe tartozik az élelem, víz, ásványok, gyógyszerek és

energiahordozók. A szabályozó szolgáltatást a szén megkötése, az éghajlat szabályozása, a hulladékok lebontása, a méregtelenítés, a víz és levegő megtisztítása, a kártevők féken tartása jelenti. Habitat szolgáltatásnak nevezzük a biogeokémiai ciklusok működtetését, a nitrogén, szén, kén, és megannyi más ciklust, a magok elterjesztését, és az elsődleges növényi produkciót. Kulturális szolgáltatás a lelki, szellemi, fizikai felüdülés, a természet jelentette inspirációnk, a tudományos felfedezések lehetősége.

A biológiai sokféleség egy fontos eleme az ökoszisztéma szolgáltatásoknak, de maguk a szolgáltatások az élőlények és környezetük közötti együtt-hatás eredményeként születnek. Ezért a különböző szolgáltatások nem elkülöníthetők, egymás függvényében léteznek csak. Jó példa erre, hogy amennyiben az ellátó funkciót a megújuló képességen túl használjuk, akkor felborítjuk a szabályozó, támogató, kulturális funkciót is.

Nyilvánvaló, hogy közvetve minden ökoszisztéma szolgáltatás kapcsolódik valamilyen módon az éghajlatváltozáshoz. Az ellátó funkció keretében élelmiszer alapanyagokat termelnek számunkra az ökoszisztémák, pl. az erdők gombát, erdei gyümölcsöket. Az éghajlat változás veszélyeztetheti ezeket a szolgáltatásokat, pl. a gomba, erdei gyümölcs kevesebb lehet a szárazabbá váló nyarak esetében. A fa tömegének, de egyáltalán a primer növényi produkciónak a mennyisége is szorosan összekapcsolódik a csapadékmennyiséggel, de a szélsőségesen meleg napokkal is.

A szabályozó szolgáltatás vonatkozásában elsődleges a különböző ökoszisztémák szénmegkötő képessége, amely szorosan összefügg a széndioxid kibocsátás-elnyelés kérdéskörével. Az erdők esetében az erdők szukcessziós állapota, és a teljes vegetáció szabja meg az elnyelő és tároló képességet. A klímax erdő nagyjából egyensúlyi, annyi szenet köt meg, mint amennyit kibocsát. A művelés miatt növekvésben lévő erdők nettó elnyelők, illetve a természetes szukcessziós folyamatokban kialakuló erdők is nettó nyelők. A mérsékelt-égövi erdők éves átlagos szénmegkötése fél tonna hektáronként. A gyér aljnövényzetű, vagy gyengén szintezett erdők (pl. akác) csökkent nyelőképeséggel rendelkezik, míg a dús aljnövényzetű erdők szénmegkötése az átlagnál akár ötven százalékkal is magasabb lehet.

Gyepek esetében a vegetációval való borítottság mértéke, és az éves produkció nagysága a meghatározó. Minden esetben figyelembe kell venni azonban a használat módját. Egy legelő nettó kibocsátó, az állatok mobilizálják a szenet, ráadásul metán formájában juttatják a környezetbe. A kaszálók esetében a betakarításra fordított energia kibocsátása is hozzájárul a táplálék elfogyasztásának következtében történő kibocsátásokhoz. A talajban történő szén raktározásának lehetősége itt is minimálisra csökken. A parlag területeken viszont a gyakori égetés miatt sérül a gyepek szénmegkötő képessége. Ilyenkor az elhalt biomasszából származó szén teljes egésze visszakerül a légkörbe széndioxid formájában, nincs lehetőség arra, hogy a szerves anyag egy része a talaj humusz tartalmát gyarapítsa, illetve a talajban a szén raktározásra, vagy kivonásra kerüljön.

A legnagyobb biomassza produkcióval a nedves területek rendelkeznek, hiszen ebben az esetben a víz nem limitáló tényező. Ugyanakkor ezek a területek esnek leggyakrabban a tűz áldozatául, ugyanis a „karbantartásuknak” ez a legegyszerűbb módja. Az ilyen területeken hektáronként 35-50 GJ hőenergia vész el, a kibocsátásról nem is beszélve.

A különböző ökoszisztéma típusok eltérő szerepet játszanak a mikro- és mezoklíma alakításában, szabályozásában. Közismert az erdők mikroklíma alakító szerepe a fák és aljnövényzet árnyékoló hatása miatt, vagy vízfolyások szerepe a környezet hűtésében. A növényi élet és talajélet szempontjából lényeges a felszín árnyékolásán túl az avar talajtakaró szerepe, amely jelentősen pufferozza a napi hőingadozást a talaj felszínén.

A felszín vegetációval történő borítottsága befolyásolja az erózió, defláció mértékét, optimális esetben teljesen kizárja azt. A borítottság lényeges eleme a talaj fedettsége az elhalt biomasszával, amely meghatározza a talaj nedvességet, a megköthető és tárolható csapadékmennyiséget (vízmegekötő képesség). Az erdei avar, a dús, nedves rétek, mocsárrétek, víz- és árokparti magas kórósok a leginkább megfelelők ebből a szempontból. Az emberi behatások, a felszín „kitakarása” szántással, égetéssel minimalizálja ezeket a szolgáltatásokat.

A habitat (támogató) szolgáltatások közül kiemelkedő a biogeokémiai ciklusok működtetésében játszott szerep, különös tekintettel a szén és nitrogén ciklusra. Ebben a tekintetben a talajjal, talajerővel való gazdálkodás a meghatározó. A gének megőrzése, magok elterjesztése, és a beporzás az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás szempontjából jelentős. Az elsődleges növényi produkció meghatározza a legtöbb ellátó szolgáltatást mennyiségi oldalról. Az alkalmazkodás szempontjából kiemelkedik a biológiai sokféleség jelentősége, hiszen a minél nagyobb változatosság – fajta, faj, élőhely – képes biztosítani, hogy széles alapja legyen a szelekciónak, vagyis a többféle jelenti a nagyobb stabilitást, a jobb alkalmazkodási képességet.

Az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás tekintetében az ökoszisztémák kulturális szolgáltatása sem elhanyagolható, hiszen azok a lelki, szellemi, fizikai felüdülés lehetőségét biztosítják az ember számára általában. Az általánosan túl azonban ez a szerep felértékelődik hőhullámok idején, amikor a természetes vegetáció közelsége jótékony hatást gyakorol a beépített területek klímájára, vagy az erdők, ligetek közvetlenül a felüdülés lehetőségét nyújtják a kedvező mikroklíma következtében.

A jelenleg semmilyen tudatos tervezése nincs az ökoszisztéma szolgáltatások összehangolásának és javításának. Az ökoszisztémák csökkent szolgáltatásnak nem annyira a szolgáltató funkció igénybe vétele az oka, hanem a területek korábbi lerontása, amely az eredeti habitatokat az ember igényei szerint alakította át.

Javaslatok az ökoszisztéma szolgáltatások javítására

1. Tájléptékű térszerkezeti válaszok az éghajlatváltozásra

Az éghajlatváltozás hatásainak enyhítése csak az ország egész térszerkezetének újraértelmezése által lehetséges. A térszerkezetet alapjaiban a természetföldrajzi viszonyok és a térhasználat (területhasználat) szabja meg. A legnagyobb területfelhasználó az agrárgazdaság. A 9,3 millió hektárnyi területből 76,7%-a – 7,14 millió hektár – termőterület. Ezen belül 5,070 millió hektár mezőgazdasági és 2,074 millió hektár erdőterület volt 2024-ben, illetve 23-ban. A mezőgazdasági terület 54,5 az erdő 22,3%-ot foglalt el az ország területéből. A szántóterület 44,3% (4 millió 132 ezer hektár) a hasznosított gyepterület 8,53% (794 ezer hektár) volt. Volt 81,9 e ha gyümölcsös, 60,2 e ha szőlő, és 2,3 ezer ha konyha kert. Biológiailag inaktív, mesterséges terület az ország területének 6,5%-ka. 1 932 ezer hektár

a művelésből kivont terület, amely a termőterület kárára folyamatosan nő. 1950 óta mintegy egymillió hektárral csökkent a termőterület.

Globális, vagy európai összehasonlításban feltűnően magas a szántóterületek aránya, és csekély a gyepek és erdőterületeké. A világon a szárazföldi területek 11%-a szántó, Európában ez 25%. Viszont a gyepek és erdőterületek borítottsága még Európában is sokkal magasabb, mint nálunk. Az erdős és fás területek a terület 44%-át borítják, 20% gyepek, és 5,5% a beépített terület.

A szántóterületek negatív, illetve az erdőterületek pozitív éghajlat befolyásoló hatása miatt ezek az arányok rendkívül kedvezőtlenek, és sürgős változtatást igényelnek.

A szükséges intézkedések stratégiai irányai:

1. Meg kell szüntetni a termőterületek kivonásának gyakorlatát, kivonási tilalmat kell elrendelni. A 21%-nyi kivont terület optimális hasznosításával kell biztosítani a települési, ipari, infrastrukturális igények kielégítését. Ipari célra az országszerte megtalálható, hasznosítatlan barna mezős területeket kell felhasználni, és fel kell hagyni a zöldmezős beruházások gyakorlatával. Ezek azért olcsók, mert az ökoszisztéma szolgáltatások kiesése miatt létrejövő negatív externáliákat nem kell megfizetni.

2. Át kell alakítani a területhasználat és földhasználat rendszerét, az eddigi humán szemlélet (használat) mellett meg kell jelennie az ökológiai szemléletnek (fenntartható használat a rendszerek rugalmasságának figyelembe vételével).

3. Új földhasználati zónarendszert kell kialakítani. Létre kell hozni egy védelmi célú kategóriát, amely egyesíti a különböző védelmi funkciókat (vízvédelem, biodiverzitás védelem, erdővédelem, talajvédelem, tájvédelem, mikroklima védelem). Gondoskodni kell arról, hogy a még természetes, természetközeli megtartású területek kikerüljenek mindennemű használatból. A természetes megtartású élőhelyek kategóriája mellett ki kell alakítani a fenntartható erőforrás-gazdálkodás zónáit. A terület és földhasználat minden kategóriájában biztosítani kell a fenntartható használatot.

4. El kell törölni a művelési ágak merev határait. A művelési ágakba való besorolás, és az átjárhatóság adminisztratív akadályozása nehezíti az ökológiai szemléletű tájhasználatot. A kiterjedt monokultúrák igénylik a terepi akadályok (buckák, mélyedések, árkok, kiszáradt folyómedrek, és felszíni mikro formák felszámolást), amelynek az un., zöld infrastruktúra rendre áldozatául esik. Másrészt a merev határok gátolják, hogy a gazdálkodó váltogathassa, vagy éppen vegyítse a különböző használati formákat, pl. agrárerdészeti rendszereket, vagy erdőkeretet hozzon létre. A mezőgazdasági művelési ágak rendszerét ezért meg kell szüntetni, és egy rugalmasan átjárható agrárökológiai rendeltetésű kategóriában kell egyesíteni.

5. Be kell vezetni a tájléptékű területi tervezés gyakorlatát, a területrendezési, településrendezési terveket táj léptékben kell összeegyeztetni. Jogszámban kell rögzíteni az egyes tájak területhasználati, földhasználati jellemzőit, elő kell írni a természetes megtartású területek minimumát, amelyet legalább 30%-ban kell biztosítani. Csökkenteni kell a táblaméreteket, ötven hektárban kell maximálni, s zöldfelületi funkciót nyújtó elválasztó sávokat kell létesíteni.

6. Meg kell szüntetni a csekély kiterjedésű élőhelyfragmentumok felszámolását, változtatni kell azon a köz és hivatalos szemléleten, hogy ezek gazos területek. Az ország területén számos, de csekély kiterjedésű élőhelyfragmentum (pl., árkokban található nádasok, bokorfüzesek, magas kórósok, mezsgyék, fásorok, erdősávok) található, amelyek elsősorban menedékként, illetve zöld folyosóként (Zöld infrastruktúra) szolgálnak néhány faj számára. Ezek védelmét, fennmaradását ma semmi sem biztosítja, a köz ezeket gazos területként kezeli, ezért gyakran felgyújtja, a vegetációt kiirtja, vagy beszántja a területeket.

7. Minden lehetséges helyszínen (településen, infrastruktúrák mentén, mezőgazdasági, erdőgazdasági területeken) gondoskodni kell a zöldfelületi funkció javításáról. A szélsőséges környezeti viszonyokkal

rendelkező területek - belvizes területek, természetes árterületek, erózióknak kitett domboldalak, csekély termőképességű talajok - területborítását a természetes vegetációborítás irányába kell terelni.

8. Olyan eszközrendszert kell létrehozni, amely növeli a természetes felszínborítást, s le kell építeni azokat az eszközöket, amelyek ösztönözik a területek intenzív használatára. Ez a mezőgazdasági, erdőgazdasági támogatások átalakítását jelenti. A magas ökoszisztéma szolgáltatás érdekében rehabilitált területek tulajdonosait kell kedvezményezni.

9. Az ökoszisztéma szolgáltatások javítása érdekében fel kell számolni a parlagterületek égetésének gyakorlatát, és az ehhez köthető ÜHG, mikorszennyező kibocsátást és környezetkárosításokat. Érvényt kell szabni a zöld és egyéb hulladékok nyílt téri égetési tilalmának. Tudatosítani kell a jogszabályt az önkormányzatok szintjén, akik sokszor önmaguk rendelik el a településen keletkezett köztéri zöldhulladékok égetését.

10. Fel kell számolni a marginális mezőgazdasági területeken azt a gyakorlatot, amely a területalapú támogatásért cserébe a terület rendbetételét várja el a tulajdonostól. Ennek a gyakorlatnak a kapcsán csökken a biodiverzitás, illetve a fölösleges karbantartás energiafelhasználása kibocsátásokat generál.

11. Önkormányzatokat ösztönözni kell, hogy tegyenek eleget zöld infrastruktúra tervezési kötelezettségüknek, a terveket és azok végrehajtást számon kell kérni. Felvilágosító munkával változtatni kell a vegetációs borítással kapcsolatos helytelen szemléleten.

Az önkormányzatok számára ajánlásokat kell megfogalmazni arra nézve, hogy mi a helyes zöldterület, ezen belül gyepkezelési gyakorlat. A biológiai sokféleség szempontjából a fajszegény, állandóan nyírott gyepok kifejezetten károsak, hiszen az állandó fűnyírás egy olyan szelektív nyomás, amelynek kapcsán csak néhány pázsitfűféle, esetleg egy-két virágos növényfaj marad fenn. Az alacsonyan tartott, alig fedett földfelszín nem nyújt menedéket az élőlényeknek, nem jelent búvó és táplálkozó, illetve szaporodásra alkalmas helyet. A napsütésnek, a szél szárító hatásának kitett alacsony vegetáció „szép zöldje” csak intenzív vízpótlás esetén marad fenn, ennek a vegetáció típusnak nincs vízmegőrző, vízvisszatartó képessége. Mikroklimatikusan kifejezetten kedvezőtlen, nem ad megfelelő árnyékot, nincs melegeit mérséklő hatása.

Az éghajlatváltozás megköveteli a települések mikroklimájának a javítását, amelyet ligetes szerkezetű, fás-bokros növény együttesel lehet legjobban biztosítani. A többszintes lombkorona árnyat nyújt, meggátolja a felszín túlzott felmelegedését, véd a szél szárító hatásától. A virág gazdag gyepfoltokkal vegyes fás-bokros ligeterdő a biodiverzitás szempontjából is a leginkább kívánatos vegetáció. Összetételében érdemes követni a tájra jellemző növénytársulásokat, mind a fás, mind a lágyszárú növények esetében, a tájra jellemzőket telepíteni. Kiemelten fontos a fátlan, gondozatlan parlagterületek fásítása, ligetes kialakítása.

Az ilyen jellegű vegetációs borítás előnye a fentiekén túl, hogy nem igényel állandó fenntartási tevékenységet, költségkímélő, ökológiai szempontból pedig önszabályozó. Ennek érdekében pl., megtakarítható a falevelek őszi greblyézése és elhordása is.

12. Ismeretterjesztő és ösztönző eszközökkel meg kell győzni a lakosságot arról, hogy a magason hagyott pázsit, a magánterületek természetszerű növényi borítottsága elengedhetetlenül fontos az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodáshoz, a település kedvező mezoklimájának biztosításához, szemben a gyakori fűnyírással, a „szép zöld” pázsittal szemben, amely rontja a kert és az egész település mikroklimáját. Ezzel kapcsolatban rendezni kell az önkormányzatok azon hatáskörét, amely szerint megfelelő indok nélkül kötelezhetik a lakosságot a gyepterületek gyakori kezelésre.

A legtöbb településen követelménynek számít az alacsonyan tartott vegetáció, a nyírott gyepek. Sok esetben ez a követelmény találkozhat a lakosság elképzelésével, akik szeretik a „szép, üde”, nyírott gyepeket a saját udvarukon, vagy a közterületeken. Vannak azonban olyan estek, amikor a lakosságból néhányan az ökológiai tudatosság okán változtatnának ezen a szokáson, és magasra törő, virág gazdag vegetációt szeretnének látni a kertjükben. Ökológiai szempontból ez a helyes megoldás, ugyanakkor nem lenne életszerű a lakosságot korlátozni abban, hogy eldöntse, hogy milyen vegetációtípust tartson fel a saját telkén. Ezen elv értelmében azonban indokolatlan negatívan megkülönböztetni, pláne szankcionálni a lakosság azon részét, akik ökológiai megfontolásokból magasra törő és dús vegetációt tartanak a kertjükben.

Egy éghajlatbarát, alkalmazkodó agrárgazdaság előmozdítása

A hazánk területének közel felén folyó szántóföldi gazdálkodás keretében az ellátó szolgáltatás igénybevétele teljesen felélte az ökoszisztémák szabályozó, támogató és kulturális funkcióját. Sem a szénraktározásban, sem a mezo- és mikroklima kedvező szabályozásában, sem a vízháztartás fenntartásában nem játszanak szerepet. Gyepterületeink ökoszisztéma szolgáltatásai szintén folyamatosan erodálódnak, a területek nettó szénkibocsátók a rajtuk eltartott állatok vonatkozásában, vagy a gyepek kezelés, fenntartás módja miatt. Klimatikus szabályozó szerepük alacsony. Erdőterületeink közel harmada idegenhonos fajokból álló kultúrerdő, honos erdőtársulásaink viszont fatermesztési szempontok alapján szerkezetileg egyneműek, csekély szabályozó, támogató funkcióval rendelkeznek.

Ebből egyértelműen következik, hogy a jelenlegi agrárgazdálkodási gyakorlat hozzájárul a környezeti kockázatok növeléséhez, vagyis maga is hajtóereje a környezeti, köztük az éghajlati problémák létrejöttének.

Több feladatot kell egyszerre teljesíteni: a természetes kibocsátások mennyiségére korlátozni a mezőgazdaság ÜHG kibocsátását; helyreállítani a felszín állandó borítottságát; helyreállítani a talaj élővilágát; egészséges, teljes beltartalmú táplálékot nyújtani az embereknek.

A mezőgazdaság területén ezek teljesülésének közös feltétele a talajforgatásos mezőgazdasági technológiák felhagyása, a műtrágyák és növényvédők szerek fokozatos kivonása a használatból. A helyettesítő technológiák rendelkezésre állnak, bevezetésük a mezőgazdaság ösztönzőrendszerének átalakítását igénylik. A szántóföldi gazdálkodásban a csökkentett menetszámú műveléstől a közvetlenül, az élőmulcsos direkt-vetési eljárásig számos kipróbált, sikeresen alkalmazott technológia áll rendelkezésre. Ezek mindegyike talajkímélőbb a jelenlegi technológiához képest, bár sokszor a kémiai gyomirtás miatt nem minden esetben környezetkímélő.

A szükséges változtatások egyszerre javítják a felszín borítottságát, védenek az erózió ellen, csökkentik az ÜHG kibocsátást. **(Hazánkban a talajerózió mintegy 2,3 millió ha kiterjedésű. A talajvesztés elfogadható legmagasabb mennyiségi értéke 15 t/ha/év.)**

A víz által okozott erózióknak kitett területen célszerű olyan vegetációt kialakítani, amely az év egészében teljes fedettséget biztosít, és legjobban megközelíti a természetes vegetációt. Ezek a célok szinkronba vannak a borítottság javításával is.

A legrosszabb a szántóként művelt, ugaroltatott terület. Jó védelmet nyújtanak a pázsitfűvek, és mérséklék a víz okozta talajeróziót a gabonafélék is, a kapásnövények (pl. kukorica, cukorrépa) ezzel szemben csekély védelmet biztosítanak, főleg ha a betakarításuk után a talaj borítatlan marad.

A természetett növények különböző teljesítményt nyújtanak a vízmegőrzés szempontjából. A talaj teljes, lombozattal való fedettsége megakadályozza, hogy az esőcseppek a talaj felszínét szétizapolják, jelentős mennyiségű vizet tartanak vissza a levélzetükön, és amennyiben sűrűn állnak a száruk, akadályt képeznek a levonuló víz útjában. További fontos szereppel bír a gyökérzet, amely összetartja a talajszemcséket. Az is fontos szempont, hogy a természetett kultúra milyen hosszan borítja a talaj felszínét az év folyamán.

A legjobb talajvédő az állandó gyeper, a pillangósok, illetve ezek füves keverékei; **közepes talajvédők** a repce és a kalászosok; **gyenge talajvédők** a borsó, a bab, a bükköny, a szójabab és a kukorica; **rossz talajvédő** a burgonya, cukorrépa, dohány és a napraforgó. A különböző fajok eltérő vízmegőrző tulajdonsága miatt az ideális megoldás a köztes vagy az együttes termesztés.

Köztes termesztés esetében sorokban, egymás mellett különböző kultúrák kerülnek elvetésre. Ebben az esetben kihasználhatók a társítási előnyök, fokozható a termény- és biológiai változatosság, és nem jelentkezik az a hátrány sem, hogy az együttes termesztés csökkenti a hozamokat. Célszerű úgy megválasztani az arányokat, hogy a természetett növények legalább 20-30%-ka jó talajvédő legyen. Néhány példa: hajdina, burgonya, fekete retek, tavaszi levelesek, pl. spenót; amaránt, burgonya, paradicsom, kukorica, citromfű; napraforgó, zab, hajdina, tehénborsó, somkóró.

A fő kultúrák után keletkező ugar csekély talajvédő hatása miatt ma már kötelező a takarónövények alkalmazása. A takarónövények csökkentik a talajfelszíni párolgást és a széleróziót; árnyékoló és allelopatikus hatásuk visszaszorítja a gyomosodást; a talajt behálózó elhaló gyökerek javítják a talaj vízháztartását; az elhalt gyökerek járatokat biztosítanak a talajlakók számára; megnő a talaj víz- és tápanyagmegtartó, valamint pufferkapacitása; nő a humusz mennyisége; csökken az ásványianyag-kimosódás veszélye; pillangósokkal nagy mennyiségű nitrogén köthető meg; életteret és/vagy táplálékot biztosítanak a különböző hasznos élő szervezeteknek.

Azonban ebben az esetben is van egy köztes időszak, a fő vetemény betakarítása és a takarónövények kelése között, amely időszakban az ökoszisztéma-szolgáltatások alacsony szintűek. Gondot okoz az is, hogy a takarónövényeket a fő vetemény előtt el kell távolítani (terminálás), és az sokszor totális gyomirtóval valósul meg. Így ugyan a technológia mechanikailag kíméli a talajt, de veszélyezteti a talajéletet, és ezen keresztül a talajszerkezetet is.

Ökológiai és talajvédelmi szempontból az élő mulcs jelenti a legjobb megoldást. A takarónövények a fő vetemény vetése előtt ültetett és felszámolt kultúrák, ezzel szemben az élő mulcsot a főnövényvel együtt természetjük, vagyis minden élő mulcs takarónövény, de nem minden takarónövény élő mulcs.

Ennek egyik lehetséges módja az alávetés, a fő- és mellékvetemény-magok összekeverése és együttes vetése. Az őszi, tavaszi kalászosok vethetők együtt pillangósokkal, (vörös here, fehér here, komlós lucerna, korcs here, somkóró, bíborhere, szarvaskerep), vagy fűfélével (pl. angol perje). De szintén bevált társítás a kukorica fehér herével vagy az olajrepce fehér mustárral.

A fő termény betakarításakor az alávetett takarónövények biztosítják a folyamatosságot a talaj takarásában anélkül, hogy újabb talajmegtakarítást igényelnének. Hasznosíthatók legeltetéssel vagy szálas takarmányként.

Eredményét tekintve hasonló eljárás a rávetés, amikor meglévő állományra, pl. őszi gabonára tavasszal pillangóst, többnyire hereféléket vetnek, illetve történhet a rávetés tavaszi vetésű gabonára is. A fő termény betakarításakor az alá- vagy rávetett takarónövények itt is anélkül biztosítják a folyamatosságot a talaj takarásában, hogy újabb talajmegtakarításra lenne szükség.

Nehezebb műfaj a **keverékvetés**, amikor két vagy több, együtt betakarításra kerülő növényt vetünk egyszerre, mint pl. **rozs** és szösös bükköny. Az együttes termesztés hátránya a fővetemény hozamának csökkenése, a korlátozott párosíthatóság, különösen az egyszerre betakarítható növények esetében. Ugyanakkor jók a költség-haszon mutatók, mivel számos műveletet és azok költségét lehet csökkenteni.

Az élőmulcsos direktvetés éghajlati összefüggései

- A talajforgatásos gazdálkodás klasszikus műveleteinek elhagyásával csökken a felhasznált üzemanyag, gépi órák száma, és ezzel párhuzamosan a kibocsátás.
- A talajforgatás és talajlevegőztetés elhagyása miatt csökken a talajból az ÜHG kibocsátás, a humusz megőrzésre kerül, a talajfedés miatt gyarapodik.
- Az állandó vegetációs borítottság miatt a felszín sugárzási viszonyai kedvezőbben alakulnak.
- A takarónövények biztosítják a téli talajtakarást, biztosítják a talajképződés normális dinamikáját, hozzájárulnak a talaj biodiverzitásának regenerálásához. A talajélet gazdagsága biztosítja a növények természetes tápanyag-ellátottságát, amely szükségtelenné teszi a műtrágyázást, és az ehhez kapcsolódó energiafelhasználást és ÜHG kibocsátást. A dinitrogén oxid kibocsátásának megszűnése csökkenti az ÜHG terhelést.
- Az állandó talajtakarás megvédi a talajt a betömörödéstől, a túlzott párolgási veszteségektől, a tápanyagok fokozott kimosódásától, a napi magas hőingadozás okozta hőmérsékleti stresszektől, és együttesen növeli a növényi kultúra és talaj élővilágának jobb alkalmazkodását az éghajlati változásokhoz.
- Az állandó talajtakarás hozzájárul a lehulló csapadék teljes körű hasznosulásához, elfolyásának, elpárolgásának megakadályozásával fölöslegessé teszi, vagy mérsékli az öntözést, és megtakarítja az ezzel összefüggő káros kibocsátásokat. A víz helyben tartásával csökkenti az árvízi veszélyeket, a lerohanó víz mennyiségét.
- A talaj szerkezet helyreállítása, a televény talaj képződése lehetővé teszi a mikorrhíza gomba növény szimbiózist. A talajt gazdagon behálózó gombafonalak javítják a talaj vízmegtartó-képességét, és ellenállását a talajkopással szemben.

- A talaj élővilágának regenerálódása lehetővé teszi a természetes növénytáplálást, a beltartalmi értékek és ezen keresztül az emberi egészség javulását, az pedig az alkalmazkodóképesség javulását.

Az intézkedéshez kapcsolódó feladatok:

- A konvencionális szántóföldi gazdálkodás technológiájának ütemezett kivezetése a gyakorlatból
- az új technológiák ismereteinek széles körű elterjesztése, az oktatói, tanácsadói, felügyelői hálózat megteremtése
- a legjobb gyakorlat ismereteink elterjesztése: ismerethordozók kialakítása, oktatási, képzési szinteken az új ismeretek bevezetése, gyakorlati oktatás megszervezése (közép és egyetemi szinten)
- tájközpontok, mintagazdaságok, tangazdaságok felállítása a gazdák képzése érdekében
- gazdálkodói jogosultságok ismeretekhez kötése
- a támogatási rendszer átalakítása az új ismeretek elterjesztése, alkalmazása valamint a szükséges eszközháttér megteremtése érdekében
- kutatások támogatása a jelenleg ismert módszerek továbbfejlesztése érdekében

A kertgazdálkodás éghajlatbarát reformja

Magyarországon mindig is nagy hagyománya volt az önellátó gazdálkodásnak. Az ősi tudás és életforma iránt egyre nagyobb érdeklődés nyilvánul meg. Sokan kezdenek kertművelésbe, vagy kisebb területeken kezdenek önellátó gazdálkodást. Az utóbbi évek közmunka programjainak keretében számos önkormányzat saját kialakítású kertészetekben próbált élelmiszert termelni a település intézményei számára.

A kertgazdálkodást érintő területek kiterjedése nem jelentős, mindössze 2 300 ha volt 2024-ben (ugyan nem összevethető a korábbi statisztikával, mert 2020-ban módosult a gazdasági küszöb, de 2019-ben 38 600 ha volt), így éghajlati hatásai sem tudnak vetekedni a kiterjedt szántóföldi gazdálkodás negatív hatásaival. Ugyanakkor legalább másfél millió ember kerül napi kapcsolatba a földdel, és ennek a rétegnek az éghajlattal kapcsolatos tudatossága a földművelésen keresztül remekül formálható.

A kertgazdálkodásban lehetőség van a gyors eredményt hozó talajmegújító eljárások alkalmazására, amely összeköthető a „zöld hulladékok” hulladéklerakókról történő eltérítésének kötelezettségével.

A háztartásokban, intézményekben keletkező zöld hulladékok (konyhai zöld hulladék, kaszálék, lomb, gyomok), valamint a közterületeken keletkező zöld hulladékok (kaszálék, lomb), továbbá a gazdaságokban keletkező istálló alom, mélyalom, hígtrágya, egyéb állati eredetű ürületek, állatok takarmányozására alkalmatlan kaszálék, széna, szalma, és egyéb rostos humuszképzők alkalmasak arra, hogy a keletkezés helyéhez legközelebbi kertészeti egységben kerüljenek hasznosításra talajtakaróként.

Ezzel elérhető a szállítási utak minimalizálása és a helyben keletkező szerves hulladékok zárt ciklusú hasznosítása, a talajszerkezet helyreállítása, és mindazok a pozitívumok, amelyeket a fentiekben a szántóföldi gazdálkodást helyettesítő eljárás kapcsán bemutattunk.

Kapcsolódó feladatok:

1. Felül kell vizsgálni „a biológiailag lebomló hulladék képződésének megelőzésére vonatkozó tevékenységekről, a biológiailag lebomló hulladékkal kapcsolatos hulladékgazdálkodási tevékenységek részletes szabályairól és a biohulladékból előállított komposzt osztályozásának szabályairól”, 559/2023. (XII. 14.) Korm. rendeletet, amely számos szerves-anyag típust kivon az ökológiai körforgásból, veszélyeztetve ez által főleg lebontó, illetve ezekre épülő szervezeteket, csökkentve a biológiai sokféleséget, megakadályozva, hogy a szerves anyagok helyben, az élet táplálékként kerüljenek feldolgozásra.

A rendeletnek biztosítania kell,

- hogy minél több szerves anyag, minél több formában maradjon meg a természetes lebontás számára a biológiai sokféleség megőrzése és növelése érdekében. Ennek kapcsán az állati (helyben keletkező istálló alom, karámtrágya, stb.) és emberi ürülék komposztálását nem tiltani kell, hanem előmozdítani! Ezeket szabályozni szükséges. Az alomszék már bizonyított, közegészségügyi szempontból is higiénikusabb, a végtermék elhelyezése pedig nem okoz gondot, mint a szennyvíziszap, vagy abból készült komposzt esetében.

- hogy minimalizálja a gyűjtést, az egyik helyről a másikkra való szállítást, a telephelyi feldolgozást, az ezzel járó kibocsátásokat és fosszilis energiafelhasználást.

- hogy ne égessék el az élet táplálékát! Energianyerésre csak azokat a szerves anyagokat lehessen felhasználni, amelyeknek környezeti szempontból nincs más hasznosítási lehetősége.

2. ismeretek átadása (rendszerezni és fejleszteni kell a kialakult ismereteket, és hozzá férhetővé kell tenni azokat);

3. forrásközpontokat kell létrehozni (tájégségeként bemutató és tanácsadó központokat kell létrehozni, ahol a technológia bemutatható, tanítható);

4. tanácsadói hálózatot kell működtetni;

5. támogatni kell a technológiára történő átállást;

6. minőségbiztosítási rendszert kell létrehozni;

7. elő kell segíteni, hogy a hulladék tulajdonosok és gazdálkodók között közvetlen egyezség jöjjön létre a háztartási, közterületi zöld hulladék, mezőgazdasági hulladékok hasznosítására

Az erdők ökoszisztéma szolgáltatásainak javítása

Az utóbbi évek szélsőséges időjárási eseményei az erdőket érő látványos károkból nyilvánultak meg. Ugyanakkor tisztázatlanok maradnak ezek erdőgazdálkodással kapcsolatos szakmai okai, amely szerint a bekövetkezett események a mesterségesen alakított erdőszerkezetre vezethetők vissza, amely az erdők önszabályozó, önfenntartó képességének a sérüléséhez vezetett. A zárt, egykorú lombos állományokkal borított felszíneken, a kitett oldalakon, sekély talajon gyakori jelenség a széldöntés. A fatermesztési szempont elsőbbsége az ökológiai funkciókkal szemben itt is megbosszulja magát, ugyanis a sűrűn tartott egykorú fákból álló állományok a fény felé törekedve felnyúlnak. A gyökértömeg sokszor képtelen ezt az aránytalanságot ellensúlyozni, és nagyobb szélhökések esetén az állomány a dominó elv alapján összedől. A jövőben várható szélsőséges időjárási események kapcsán nyilvánvaló az egykorú erdők fokozott veszélyeztetettsége. A kérdéses esemény bekövetkezte természetesen az erdei ökoszisztémák szolgáltatásait veszélyezteti, csökkenti a szerves-anyag termelést, a lombhulladék hőmérséklet-mérséklő hatását, a vízmegtartást, növeli a lefolyást, az eróziót. Ennek nyomában változatos fajösszetételű, jó potenciájú, természetes állományok jelenhetnek meg, azonban ennek a

gazdálkodó igyekszik az elejét venni, hiszen az erőforrásai és a „bejártott” technológia nem képes kezelni ezeket a szituációkat.

Az erdei ökoszisztémákkal borított külterületek esetében az ökoszisztéma szolgáltatások javításának a kulcsa a vágásos erdőgazdálkodás megszüntetése, és a szálaló, természetközeli erdőgazdálkodásra való áttérés. 2023-ban a fakitermelés 162 ezer ha erdőt érintett, amelyből 28 ezer ha tarvágás volt, szálalóvágással 7 ezer ha-t érintett.

A szálalóvágásos módszer lényege, hogy az erdő felújítása során a faállományt szálanként termelik ki hosszú évtizedeken keresztül úgy, hogy közben az idős fákról lehulló magokból megeredt facsemeték sűrű zárt fiatalost hoznak létre. Az idős törzsek koronái hosszú ideig még jótékony védelmet nyújtanak az erdő talajának, és megőrzik az erdő mikroklímáját. Ez az egyik legkíméletesebb, folyamatos erdőborítást biztosító módszer, amelynek legelső változatait már a XIX. század végén és a XX. század elején kidolgozták Európában, azonban Magyarországon nem terjedt igazán el az alkalmazása. 2006-ban elkészült a technológia módszertani kézikönyve a Honvédelmi Minisztérium Budapesti Erdőgazdaság ZRT, az IUCN és a Pro Silva együttműködésében. A módszer tehát rendelkezésre áll, egyedüli akadálya, hogy a megszokások, begyakorolt ismeretek, és a tévhit a módszer gazdaságosságával kapcsolatban, akadályozzák. Ugyanakkor bizonyított, hogy ez a módszer biztosítja az ökoszisztéma szolgáltatások legjobb együttes megvalósulását, így nem kell lemondani a folyamatos faprodukciónak a hasznosításáról sem.

Az ökoszisztéma szolgáltatásokat jelentősen javíthatja, ha az idegen honos fajokból álló erdők felújítása honos fajokkal történik. Célszerű lenne a támogatási forrásokat a természetközeli erdők rehabilitációjára irányítani, és ezzel egy időben megszüntetni a nem honos fajok telepítésének támogatását. El kell hátrálni azt az ideológiát, amely szerint az éghajlatváltozás kikényszeríti az erdők faji összetételének átalakulását, ezért már most jobb, ha ezt figyelembe vesszük a telepítéseknél.

Különös figyelmet kell fordítani a klimatikusan érzékeny erdőtülsőségek – bükkösök, szurdokerdők, patakparti égeresek, magas-kórósok és sztyeppmozaikos karsztbokorerdők megvédésére. A bükkösök esetében (a szakma ezek közeli eltűnésével számol) ennek legjobb módja a szálalásra való áttérés. Ügyelni kell, hogy a szurdokerdők zárt erdőállománya még szálalással sem kerüljön megbontásra. A patak-menti társulások esetében a víz állandó jelenlétének a biztosítása a kritikus. Itt számos konfliktus pont van a vízhasználat és a vízfolyások ökológiai vízigényének biztosítása között. A mozaikos bokorerdők védelme érdekében a tüzesetek megelőzése, illetve a határos erdők megbontásának a tilalma vezethet eredményre.

Az országban számos olyan marginalizálódott terület van, főleg a középhegységet kísérő domboságok esetében, (legelő, gyepterületek, alacsony termőképességű szántók és korábbi zártkerti területek) amelyek erdőszulási szukcesszióját figyelhetjük meg. Sajnálatos, hogy az erdőtelepítés nem ezekre a helyekre épít, és hogy a legtöbbször megsemmisíti a kialakult szukcessziót.

Éghajlatvédelmi szempontból ezeknek a „gondozatlan” területek legjobb hasznosítása az erdőszulés, amely egyszerre mitigációs és adaptációs intézkedés. A telepítések területi lehetőségét a természetes szukcesszió már kirajzolta, elegendő lenne a természetes szukcesszió elősegítése szaporító anyagok (mag, csemete) kijuttatása által.

Az erdőterületek rehabilitációja esetében figyelembe kell venni az ökotípusokat, a helyre jellemző fajok betelepítését, vagy betelepülésének elősegítését. Ügyelni kell arra, hogy a déli kiettségű, meredek domboldalakon szárazságtűrő, sztyeppfoltokkal mozaikos xerotherm erdőtársulások alakuljanak ki, amelyek képesek alkalmazkodni a változó éghajlathoz. Mozaikos elhelyezkedésű, hálózatot alkotó erdőfoltok rendszerét kell kialakítana, amelynek indoka a borítottság javítása, amely egyben javítja a terület mikroklímáját, segíti a talaj regenerációját, javítja a terület szénmegkötő és vízmegtartó képességét, továbbá a biológiai sokféleséget.

Csapadékvíz-gazdálkodás

Hazánk mezőgazdasági területeinek 98,6% nem öntözött. Ugyanakkor az éghajlatváltozás kapcsán egyre többször merül fel, hogy a nagyobb termésbiztonság érdekében fejleszteni kell az öntözéses gazdálkodást. Ez alapos átgondolást igényel. Tény, hogy a légköri aszály időszakosan vízhiányt okoz a mezőgazdasági kultúrákban, viszont az is tény, hogy ennek létrejöttében jelentős szerepet játszott a medence kiszáritása is. Ez nemcsak a folyók szabályozása, a víz gyors elvezetése okán jött létre, hanem a felszínborítottság elégtelen volta miatt is. Ha meggondoljuk, hogy az ország területének közel felét kitevő szántóföldek állandó talajtakarás nélkül maradnak, amely a talaj kiszáradásához, betömörödéséhez vezet, akkor beláthatjuk, hogy sem az így előálló párolgási veszteségek, sem a csapadék talajba történő beszivárgásának megakadályozása nem teszi lehetővé a vegetáció vízigényének biztosítását.

Vagyis kétféle jelenségről, és kétféle, párhuzamos megoldási szükségéről beszélünk. Az egyik a kiszáritott medence talajvízszintjének a helyreállítása, a másik a csapadékvizek helyben történő megtartása.

A jelenlegi vízkormányzási elképzelések nem alkalmasak arra, hogy a kiszáritott medence normális talajvízszintjét helyreállítsák. Az inkább árvízi okokból épített időszakos víztározók kevés helyre koncentrálnak a víz visszatartást, ezért az csak csekély területeket érint. A hazánkon átfolyó víz továbbküldése még mindig elsőbbséget élvez a megtartással szemben. Ennél is kritikusabb a helyzet a lehulló csapadék megtartásával kapcsolatban. A hazánkon átfolyó vizekkel a folyók mentén gazdálkodhatunk, ettől távolabb viszont a csapadékkal muszáj gazdálkodni. A csapadékkal való okszerű gazdálkodás alapja a jelenlegi talajművelési gyakorlat megváltoztatása, a talajforgatásos gazdálkodás kivezetése a gyakorlatból, és ezzel párhuzamosan az állandó talajborítottság biztosítása (l., mezőgazdaság).

A vízgazdálkodás a csapadékkal való okszerű gazdálkodással kezdődik. Miközben mindenki tudja, hogy a víz nélkülözhetetlen életünkhöz, a területünkre lehulló csapadékot minél gyorsabban kívánjuk eltávolítani, majd csapadék hiányában szeretnénk a pótlásáról gondoskodni. A jelenlegi konfliktus oka, hogy a felszínhasználat nagy fokú borítatlansággal párosul, és a felszín borításának hiányában a csapadék a lejtős területeken gyorsan lefolyik, vagy a sík területeken vízállásos területeket hoz létre a talaj tömörödöttsége miatt. Ráadásul takartság hiányában a párolgási vízveszteség is jelentős.

A permakultúrában alkalmazott talajtakarásos módszer a domboldalakon is megóvjja a talajt az eróziótól és a kiszáradástól. A mulcs takaró mélységétől függően képes a szélsőséges csapadékhozamok

kiegyenlítésére. A nagy mennyiségű csapadékot magába szívja, és tárolja a szárazabb időszakokra. Így a nálunk, a vegetációs időben hiányzó 200 mm csapadék pótolható a téli, tavaszi csapadékokból.

A módszer a csapadékvíz-gazdálkodás előnyeit kínálja, a mulcs visszafogja a felszíni lefolyást, ezzel csökkenti a lejtőkről lezúduló víz mennyiségét, csökkenti az árvízi kockázatot. Ugyanakkor megakadályozza a talaj kimosódását, és minimalizálja az öntözési szükségét. A mulcs biztosítja, hogy a talaj szénkészlete ne fogyjon, mint ahogy az ásás, szántás során ez a humusz oxidációja miatt megtörténik. A mulcsból humusz keletkezik, amely gazdagítja a talajt, növeli a termékenységét, a vízmegtartó képességet, illetve a talaj biológiai sokféleségét. A talaj kiegyensúlyozott vízgazdálkodásához és a növények vízigényének kielégítéséhez nélkülözhetetlen a talajban a mikorrhiza gomba és növény között létrejövő szimbiózis.

Klimatikus szempontból a patak völgyek rehabilitációja is elengedhetetlen. Ebben az esetben nincs indoka a víz minél gyorsabb elvezetésének, az árvízvédelem a víz visszatartását, késleltetett lefolyást igényli. Növelni kell a völgytalpak vízmegtartó képességét, meandereztetéssel lassítani kell a patakok folyását, a vegetáció dúsításával, árnyékolással csökkenteni kell a terület kiszáradását. Tiltani kell a mocsárrétek kaszálását, legeltetését, felégetését, főleg beszántását. A patak-menti vegetáció rehabilitációja nélkülözhetetlen az inváziós fajok kiszorításának az érdekében is. Ezt árnyékolással lehet elérni, vagyis fák telepítésével, amelyek előbb-utóbb felé nőnek a fénykedvelő, pionír fajoknak.

A vízmegtartás és a mikroklíma javítása érdekében a felső, középső völgyszakaszokban célszerű kisebb víztározókat létesíteni, hiszen a záportározókat mindig le kell engedni az újabb záporokra való felkészülés érdekében. A záportározók működését ezek nem befolyásolják, ha a záportározó maximális vízszintje által igénybe vett patak szakasz felett történne ezek kialakítása.

A biomasszával történő észszerű gazdálkodás

A rendelkezésre álló biomassza féleségek közül elsődleges energiahordozóként a farönk jöhet szóba. A magyar erdők élőfa-készlete $\sim 325,2$ millió bruttó m^3 . Az évi folyónövedék $\sim 11,7$ millió bruttó m^3 . Az évi mortalitás és egyéb veszteségek $\sim 1,8$ millió bruttó m^3 . A 2023 évi fakitermelés 7,7 millió bruttó m^3 . Az élőfa-készlet évi növekedése 2,6 millió bruttó m^3 . Ez tág teret ad a fenntartható erdőgazdálkodásnak.

Ugyanakkor számos intézkedés szükséges a faanyag hasznosítási határfokának növelése érdekében, gondoskodni kell arról, hogy az energetikai, műszaki célra felhasznált faanyag fenntartható erdőgazdálkodásból származzon. Ezen nemcsak a fának, mint erőforrásnak a megújulását kell érteni, hanem az erdőnek, mint ökológiai rendszernek a megújulását, ökoszisztéma szolgáltatásának megmaradását, javítását is.

A biomassza energetikai hasznosításának egy másik lehetősége a biogáz termelés, de csak az ökológiai célra nem hasznosítható biomassza esetében. Ökológiai célokra akkor nem hasznosítható a biomassza, ha környezetre ártalmas, toxikus, felhalmozódásra hajlamos, nehezen lebomló szennyező anyagokat tartalmaz.

A REDUBAR Európai Kutatási Projekt 222,84 PJ-ra becsülte a hazai biogáz potenciált. Ennek érdemi összetevői a növénytermesztés melléktermékei (131,32 PJ), a kommunális szilárd hulladék (42,25 PJ), továbbá az erdészeti melléktermékek (termokémiai kigázosítással 39,22 PJ). Ezen kívül 5,91 PJ-ra becsülik a szennyvíziszap, 3,72 PJ-ra az állattenyésztési melléktermékek, 0,42 PJ-ra a szerves ipari hulladékok biogáz potenciálját. A felsorolt, biogáz előállításra alkalmas biomassza típusok közül a növénytermesztés melléktermékeit elsődlegesen ökológiai céllal kell felhasználni, így ezzel a potenciállal a biogáz termelésben nem szabad számolni.

A fenti energetikai felhasználási módokon kívül kerülni kell az élelmezési és takarmányozási célra alkalmas biomassza agroüzemanyagként történő hasznosítását. A hazai népesség endoszomatikus energiaigényének kielégítéséhez 3.9-5 millió hektár termőföldre van szükség búza egyenértékben. A szélsőértékek oka az időjárásban rejlik. Az agroüzemanyagok kialakított feldolgozókapacitása nyomást gyakorol a mezőgazdaságra, hiszen a meglévő kapacitások kielégítéséhez 1,6 millió ha területre lenne szükség, hogy energianövényeket termeljünk. Jelenleg 4,13 millió ha szántóföldünk van, és ebből 1,5 millió alacsony termőképességű, amelyeken hatékony termelés az energianövények esetében sem folytatható. Kerülni kell továbbá az ökológiai célokra hasznosítható mezőgazdasági és kertészeti melléktermékek (szalma, alom, zöld hulladék), a kommunális és lakossági zöld hulladékok közvetlen energetikai felhasználást.

A biomassza ökológiai célú hasznosításának elsőbbséget kell biztosítani a közvetlen, energetikai célú hasznosítással szemben. A biomassza energetikai célú hasznosításának logikája, hogy gyűjtsük össze a keletkezett szerves hulladékokat, vagy közvetlenül energetikai célra termeljünk biomasszát, közvetlenül vagy átalakítás után égessük el azokat. Ebből nyerjük energiát. Egy másik logika szerint pedig fosszilis energiahordozókból származó energia befektetésével termelünk környezetszennyező anyagokat (pl. műtrágyák), amelyek helyettesítik azt az elégetett szerves anyagot, amely a talajt táplálhatta volna. Ebben a logikában az életet kétszeresen pusztítjuk. Először a környezet szennyezése által, majd pedig azért, mert elveszük a tápanyagot milliárdnyi élőlénytől, s ezzel csökkentjük az élet számosságát, az ún. biológiai sokféleséget. Vagyis a biomassza ökológiai célú hasznosítása fosszilis energiaforrásokat takarít meg.



A dokumentum elkészítését az Európai Unió DEAR programja támogatta. Tartalmáért kizárólagosan a Reflex Környezetvédő Egyesület és a Magyar Természetvédők Szövetsége felel, és az nem feltétlenül tükrözi az Európai Unió álláspontját.