

5. MELLÉKLET: VIZSGÁLT KEZELÉSI-HASZNOSÍTÁSI TECHNOLÓGIÁK ELŐNYEI ÉS HÁTRÁNYAI

	Előny	Hátrány
Ártalmatlanítás és hasznosítás takaróréteggént hulladéklerakóban	<p>Depóniagáz energiaelőállításra hasznosítható</p> <p>Későbbi hasznosítás lehetősége nem kizárt</p> <p>Szennyezőanyagok izolált és viszonylag könnyen ellenőrizhető területen belül maradnak</p> <p>A szállításon kívül nem igazán igényel energiabefektetést.</p> <p>Lerakott hulladék kiporzását, darabos hulladék szél általi elszállítását megakadályozza</p>	<p>Óriási területigény</p> <p>Csurgalékvíz, depóniagáz kezelendő</p> <p>Szaghatás</p> <p>Szállítási igény nagy lehet</p> <p>Hulladékgazdálkodási hierarchia legalján</p> <p>A szervesanyagtartalom, mint erőforrás anyagában nem, legfeljebb energetikailag hasznosul (depóniagáz hasznosítás esetén)</p> <p>Magának a lerakásnak a tájképi hatása kedvezőtlen</p>
Rekultiváció (szennyezőanyag kibocsátóforrásnak tekinthető területeken – meddőhányók, felhagyott lerakók)	<p>Költséghatékony</p> <p>Új biológiailag aktív felületek kialakulásának lehetősége</p> <p>A hasznosítási lehetőségek közül ennek a legkisebb a környezeti kockázata, mivel ez is izolált és viszonylag könnyen ellenőrizhető területen belül marad</p> <p>Az eredeti szennyezőforrás hatását mérsékli, vagy megszünteti</p> <p>Tájképileg előnyösebb állapot kialakulása</p>	<p>„Verseny” más anyagokkal</p> <p>Szűkülő elhelyezési lehetőségek</p>
Rekultiváció (felhagyott külszíni bányák, egyéb tájsebek területén)	<p>Költséghatékony</p> <p>Új biológiailag aktív felületek kialakulásának lehetősége</p>	<p>Az egységes követelményrendszer, a határérték hiánya kockázatot rejt: fokozottabb terhelés, bioakkumuláció nagyobb veszélye</p> <p>Felderítetlen hatásmechanizmusok kockázata</p> <p>„Verseny” más anyagokkal</p> <p>Szűkülő elhelyezési lehetőségek</p>

	Előny	Hátrány
Kihelyezés szennyvíziszapként a mezőgazdaságban sűrítést vagy víztelenítést követően	<p>Környezetterhelő gyártási folyamatú műtrágya kiváltása: nitrogén és foszfor (ezzel természeti erőforrás megtakarítás is és bizonyos esetekben egyéb környezeti előnyök is: pl. a természetben a foszfát sokszor Cd-mal együtt fordul elő, ráadásul a foszfor készletek fogyatkoznak), egyéb növényi makrotápanyagok, pl. kálium, kalcium és kén, valamint mikrotápanyagok pl. réz és cink.</p> <p>Elemek visszakerülése a biogeociklusba</p> <p>Humusz képződést elősegíti</p> <p>Hulladékgazdálkodási hierarchia tetején</p> <p>Folyamatos igény</p> <p>Lokális környezetben megoldva viszonylag kis szállítási igény</p> <p>Költséghatékony</p> <p>Talaj nedvességtartalmának pótlása – klímaváltozással járó szárazodás mérséklése</p> <p>Széntartalom hasznosul, nem kerül ki (bár nem fosszilis)</p> <p>ÜHG formájában a légkörbe</p>	<p>Nitrogén és foszfortartalom a szennyvízkezeléstől függ (pl. van-e tápanyag eltávolítás) és hosszú távon nőni fog</p> <p>Műtrágyákhoz képest kisebb a tápanyagok hozzáférhetősége</p> <p>Nitrogén esetében a hozzáférhetőség nagy mértékben függ az iszapkezelés módjától</p> <p>Foszfor túladagolás veszélye</p> <p>Tápanyag kimosódás veszélye</p> <p>Potenciálisan toxikus elemek¹ és szerves szennyezők², illetve nanorészecskék, hormonok, gyógyszermaradványok és patogének esetleges jelenléte – talaj/felszín alatti és felszíni víz szennyezés, valamint bioakkumuláció veszélye (táplálkozási lánc!)</p> <p>Adott területre korlátozott a kihelyezhető mennyiség</p> <p>Nem minden területre helyezhető ki – szigorú szabályozás</p> <p>ÜHG (metán és NOx) kibocsátás (ellen stabilizálással kezelni kell)</p> <p>Szaghatás</p> <p>Táji elemek terhelése hosszútávon nőhet</p> <p>Társadalmi/potenciális felhasználói ellenállás</p> <p>Az újabb és újabb kutatási eredmények függvényében a kihelyezési feltételek folyamatos szigorodása nem zárható ki</p> <p>Nitrogén pótlás szükséges lehet</p> <p>Felderítetlen hatásmechanizmusok kockázata</p>
Komposztálás utáni kihelyezés mezőgazdaságban, illetve (közösségi) zöldterületeken	<p>Környezetterhelő gyártási folyamatú műtrágyát vált ki</p> <p>Humusz egyensúly fenntartásához hozzájárul</p> <p>Tápanyag utánpótlás</p> <p>Hulladékgazdálkodási hierarchia tetején</p> <p>A műtrágyával szemben a talajok fizikai tulajdonságait is javítja</p> <p>Elemek visszakerülése a biogeociklusba</p> <p>Talajszerkezet javító és stabilizáló hatás</p> <p>Talaj, víz-, hő- levegőgazdálkodását javító</p>	<p>Energiaigény</p> <p>Szerves anyag tartalom zöme elvész</p> <p>Nem biztosítható az egyenletes minőség (pl. a szezonálisból származó minőségi és összetételi változások miatt)</p> <p>Mezőgazdasági területek túlterhelése előfordulhat</p> <p>Mezőgazdasági területen nitrogén pótlás szükséges lehet</p> <p>Akkumuláció veszélye</p> <p>Hormonok, gyógyszermaradványok jelenléte</p> <p>Felderítetlen hatásmechanizmusok kockázata</p>

¹ pl.: kadmium, réz, nikkel, ólom, cink, higany, króm

² pl.: tökéletlen égés termékei (PAHok, PCBk, dioxinok), oldószerek (e.g. klórozott paraffinok), égésgátlók (e.g. polibrómozott difenil éterek), lágyítók (e.g. ftalátok), mezőgazdaságban használt vegyszerek (e.g. peszticidek), detergens maradákok (e.g. lineáris alkil-szulfonátok), gyógyszerhatóanyagok és bomlástermékeik, higiéniai termékekben használt vegyületek (e.g. antibiotikumok, hormonok, hormonszerű vegyületek, triklozán)

	Előny	Hátrány
	<p>Talaj biológiai aktivitását javító Talaj tápanyagtároló képességét növelő Kimosódás veszélye kicsi Növények ellenállóképességét fokozza Biológiailag lebomló hulladék hasznosítással is összekapcsolható Talaj nedvességtartalmának pótlása és vízmegkötő, víztároló képességének növelése – klímaváltozással járó szárazodás mérséklése Széntartalom hasznosul, nem kerül ki (bár nem fosszilis) ÜHG formájában a légkörbe A nitrogén hozzáférhetősége mérsékelt, a kimosódás veszélye és a vizek nitrogénterhelése kisebb (a vegetáció számára elhúzódó nitrogénhatás)</p>	<p>Táji elemek terhelése hosszútávon nőhet Diverzitás és alkalmazkodóképesség csökkenés</p>
Komposztálás utáni termikus hasznosítás	<p>Lásd a termikus hasznosítás előnyeinél Más minőségű komposzt szükséges a termikus hasznosításhoz, mint mezőgazdasági/rekultivációs/</p>	<p>Lásd termikus hasznosítás hátrányainál Anyagában hasznosításra költségesen előkészített anyag csak energetikailag hasznosul</p>
Termikus hasznosítás - monoégetés	<p>Karbon-semleges Fosszilis energiahordozót vált ki Jelentős térfogat csökkenés Foszfor tartalom kinyerése a hamuból perspektivikus (szeparáltan tárolható is a hamu költséghatékony megoldásig) Hamuhasznosítás több lehetősége ismert Szállítás igény minimalizálható a keletkezés helyén történő hasznosítás esetén Hosszú távra tervezhető Fertőző anyagok nem szabadulhatnak ki A tájba a táj által nem feldolgozható, nem kezelhető anyagok nem vagy csak csökkent mértékben kerülnek ki Kis kapacitás esetén decentralizált, lokális energiaellátás része lehet</p>	<p>Gyenge fűtőérték Szárítás szükséges (mesterséges: energiaigény) Füstgáz³, illetve a kezeléséből származó egyéb szennyezések (pl. szennyvíz) Légszennyezők kiülepedése, abszorpció Ökoszisztémák degradációja a légszennyezés következtében Nagy mennyiségű salak, pernye és hamu képződése Veszélyes hulladék (pernye, hamu) megjelenése Társadalmi ellenállás Magas beruházási és üzemeltetési költségű Foszfor tartalom kinyerése egyelőre drága és komplex feladat Nagyerművek kedvezőtlen tájképi hatásai Nagy kapacitás esetén általában nagy szállítási igények Kis kapacitás esetén gazdaságossági problémák Víz tartalom kellő mértékű csökkentése energiaigényes Hosszú tervezési-, engedélyezési és kivitelezési időigény Nincs a területre vonatkozóan egységes nemzeti stratégia</p>

³ Nehézfém (Hg, Cd, Pb, Cr, As), dioxinok és furánok, sósav, NO_x, SO₂, szilárd szennyező (PM10 és PM2,5), stb. tartalmú

	Előny	Hátrány
Termikus hasznosítás – együttégetés (hulladékégető, szénerőmű)	<p>Karbon-semleges (a szennyvíziszap rész)</p> <p>Fosszilis energiahordozót vált ki</p> <p>Jelentős térfogat csökkenés</p> <p>Fertőző anyagok nem szabadulhatnak ki</p> <p>A tájba a táj által nem feldolgozható, nem kezelhető anyagok nem vagy csak csökkent mértékben kerülnek ki</p> <p>Kis kapacitás esetén decentralizált, lokális energiaellátás része lehet</p>	<p>Gyenge fűtőérték</p> <p>Szárítás szükséges (mesterséges: energiaigény)</p> <p>Füstgáz⁴, illetve a kezeléséből származó egyéb szennyezések (pl. szennyvíz)</p> <p>Légszennyezők kiülepedése, abszorpció, növényzetre, talajra való kiülepedés, szilárd szennyezők akkumulációja a talajban</p> <p>Nagy mennyiségű salak, pernye és hamu</p> <p>Veszélyes hulladék (pernye, hamu) megjelenése</p> <p>Foszfor tartalom nem nyerhető ki</p> <p>Társadalmi ellenállás</p> <p>Magas beruházási és üzemeltetési költségű</p> <p>Szállítási igény nagy lehet</p> <p>Nagyerőművek kedvezőtlen tájképi hatásai</p> <p>Víz tartalom kellő mértékű csökkentése energiaigényes</p> <p>Nagy kapacitás esetén nagy szállítási igények lehetnek</p> <p>Nincs a területre vonatkozóan egységes nemzeti stratégia</p>
Termikus hasznosítás – együttégetés ipari hulladékkal pl. cementműben	<p>Karbon-semleges</p> <p>Fosszilis fűtőanyagot vált ki (<i>elvileg többet, mint az egyéb együttégetés</i>)</p> <p>Fertőző anyagok nem szabadulhatnak ki</p> <p>A szennyvíziszap nehézfém tartalmát a salak kötött formában tartalmazza, így a további felhasználáskor nem áll fenn a kioldódás veszélye,</p> <p>Nincs hamu, a veszélyes anyagok a termék részévé válnak, így részben voltaképpen anyagában is hasznosul</p>	<p>Gyenge fűtőérték</p> <p>Szárítás szükséges (mesterséges: energiaigény)</p> <p>Füstgáz⁵, illetve a kezeléséből származó egyéb szennyezések (pl. szennyvíz)</p> <p>Légszennyezők kiülepedése, abszorpció, növényzetre, talajra való kiülepedés, szilárd szennyezők akkumulációja a talajban</p> <p>Foszfor tartalom nem nyerhető ki</p> <p>Nagyerőművek tájképi hatásai</p> <p>Cement előállítás légszennyezése jelentős</p> <p>Táji terhelések</p> <p>Társadalmi ellenállás</p> <p>Magas beruházási és üzemeltetési költségű</p> <p>Szállítási igény nagy lehet</p> <p>Cementiparban nem kedvelt</p> <p><i>Cementipar gazdaság állapotától nagy mértékben függ</i></p>

⁴ Nehézfém, dioxin, sósav, NO_x, SO₂, szilárd szennyező, stb. tartalmú

⁵ Nehézfém, dioxin, sósav, NO_x, SO₂, szilárd szennyező, stb. tartalmú

	Előny	Hátrány
Biogáz előállítás és hasznosítás	<p>Karbon-semleges Fosszilis energiahordozót vált ki Szállítás igény minimalizálható a keletkezés helyén történő kezelés (anaerob rothasztás) és hasznosítás esetén Viszonylag egyenletesen keletkezik Veszteség nélkül tárolható Stabilizálás „mellékterméke” hasznosul energetikailag Anyagában hasznosulás lehetősége nem vész el: Fermentációs maradék/stabilizált szennyvíziszap mezőgazdaságban (talaj tápanyag utánpótlására) hasznosítható Égetésnél jóval alacsonyabb hőmérsékleten nyerhető ki az energiataralma Decentralizált, lokális energiaellátás része lehet Csak hő-, vagy hő- és villamos energia előállítás is lehetséges, trigenerációs megoldás is ismert Üzemanyagként is hasznosítható Földgáz tisztaságúra tisztítható - Földgázhálózatba is betáplálható Szaganyagok kibocsátása csökken</p>	<p>Energetikai hasznosításnak minősül, ezért a hulladékhierarchiában nem foglal el előkelő helyet (de a fermentációs maradék (szennyvíztelepeken történő önálló iszap stabilizálás során stabilizált szennyvíziszap) anyagában hasznosítható – a szennyvíziszap esetében inkább anyagában hasznosításra való előkészítésnek is lehetne tekinteni) Fermentációs maradék hasznosítása esetenként nehézségekbe ütközik (szennyvíztelepi anaerob rothasztás során ez nem lép fel, nem fermentációs maradék van, hanem stabilizált iszap) Kén-hidrogén, ammónia, NOx, CO, PAH, sziloxán, halogénezett szénhidrogén, merkaptán, por, stb. tartalom Biogáz tisztítása szükséges, a hasznosítás módjától függő mértékben, módon Komprimálás szükséges lehet Üzemeltetési problémák, nehézségek gyakoriak Égetésekor N-oxidok kibocsátása</p>
Termék (pl. üzemanyag) előállítás pirolízis, illetve gázosítás útján	<p>Karbon-semleges szintézisgáz, mint értékes vegyipari nyersanyag áll elő A folyékony, olajos frakció is hasznosítható Égetésnél kisebb léptékben is gazdaságos lehet Kibocsátásai elvileg kedvezőbbek az égetésnél</p>	<p>Energetikai hasznosításnak minősül, ezért a hulladékhierarchiában nem foglal el előkelő helyet Nagy léptékben még nem igazán bevett, elterjedt eljárás Környezeti kibocsátásai még nem teljes körűen feltérképezettek Magas nehézfém tartamú szilárd maradékanyag</p>