SZILIKÁTTECHNIKA

Építési hulladékok előkészítése építési, útépítési célra

Csőke Barnabás

Miskolci Egyetem, Eljárástechnikai Tanszék

1. Bevezetés

Hazánkban az egy évben keletkező építési hulladék (kiemelt föld nélküli) mennyisége ma 7 M t-ra becsülhető, amely az összes ipari hulladéknak 9–11%-a. Mennyisége közel kétszerese a szilárd települési hulladékok mennyiségének. A jászberényi Aprítógépgyár Rt. 1996-ban legyártotta az építési hulladékok feldolgozását szolgáló első, mobil aprítóberendezését. Az útépítési bontási anyagok újrahasznosítása ma már csaknem teljes, a magas építési-bontási és munkahelyi hulladékok hasznosítása azonban a keletkező mennyiségnek kb. 5%-a. Összehasonlításképpen Ausztriában 23 M t/év építési hulladék keletkezik. 160 építési hulladékfeldolgozó létesítmény működik, egy üzem általában 150 000 t/év feldolgozási teljesítménnyel rendelkezik. Az újrahasznosítás gazdaságosságát elsősorban a deponálási díjak határozták meg, például Hollandiában a lerakás költségei egy nagyságrenddel meghaladják a feldolgozás költségét. Az eredményes működést a fejlett országokban támogatják: helyi adókedvezménnyel, helyi beruházási támogatással, nyereség- és forgalmi adómentességgel, a termék felhasználóit adókedvezménnyel.

2. Építési hulladékok és hasznosításuk

Az építési hulladékoknak négy fontos csoportját különböztetjük meg (1. ábra).

Kiemelt föld: mélyépítésnél, útépítésnél és egyéb építőipari munkák során egyaránt keletkezik. A kiemelt föld termőföldből, homokból, kavicsból és más kőzetanyagokból, kőzetdarabokból áll.

Építési törmelék: a bontási műveletek során jön létre. Fontosabb alkotóanyaga: beton, vasbeton, téglá, malter, cserép, kerámia. A legértékesebb komponensek a beton és a téglá, melyek aránya a 80%-ot is eléri. A törmelékben szennyező anyagok is előfordulnak, melyeket az újrahasznosítás előtt gondosan le kell választani. Ebbe a csoportba tartozik a fa, az üveg, a fémek, a papír, a műanyag.

Építéshelyi hulladékok: új épületek építésénél, régi épületek újjáépítésénél és helyreállításánál keletkeznek. E hulladékokat rendszerint konténerekben gyűjtik össze,

ezért építési konténerhulladéknak is nevezik. Igen heterogén összetételű hulladék, fő alkotóelemei a csomagolóanyagok – fa, műanyag, kábel, üveg, vas, papír, lakk- és festékdobozok –, de tartalmaz beton-, téglá-, malter-, homok-, kavics-, kerámia- stb. törmelékeket is.

Útbontási törmelékek: az útépítésnél keletkeznek. A merev, beton útpálya feltöréséből származó anyag beton. A hajlékony útpálya (amikor az útalap aszfalt vagy zúzott kő, a burkolati réteg pedig aszfaltból készül) feltöréséből származó anyag vagy tiszta aszfalt, vagy aszfalt és az alából származó zúzott kő keveréke (aszfalt 20% és zúzott kő 80%). A félmerev (betonalapra aszfaltburkolat) útpálya bontásából származó anyag a felszedés módjától függően lehet tiszta aszfalt és beton, vagy aszfalt és beton keveréke (aszfalt 20–30% és beton 80–70%). Mindegyik esetben a szennyező anyag a földmű anyaga (< 5–10% homok-kavics, zúzott kő vagy salak és föld).

1. ábra. Építési hulladékok

3. Az építési hulladékok újrahasznosítása

Az építési hulladék-anyagok újrahasznosítását tehát három kritérium határozza meg: 1. a műszaki minőség, amely kívánalom teljesen megegyezik a primer nyersanyagokkal (osztályozott és zúzott homok, kavics, ill. közúzalék) szemben támasztott követelményekkel; 2. a környezettel való összeegyeztethetőség; 3. a primer ásványi anyagokkal való versenyképesség.

A legfontosabb vizsgálandó műszaki anyagjellemzők:

Építési hulladékok ásványi anyagának újrahaznosítása

Kiemelt föld	Útbontási törmelék	Építési és építéshelyi törmelék
<ul style="list-style-type: none"> – zajvédelmi falak – földsáncok – vezetékgyödrök feltöltése – építési alap javítása – épületek háttöltése – utak alapjainak szilárdítása – adalékanyag új aszfalthoz 	<ul style="list-style-type: none"> – adalékanyag új aszfalthoz – utak alapjainak szilárdítása – betonadalék-anyag – töltőanyag – sportpályák, kerékpárutak, járdák töltése – nem kötött utak építése – bitumenes fedő- és kötőréteg – zajvédelmi falak 	<ul style="list-style-type: none"> – betonadalék-anyag – utak alapjainak szilárdítása – zajvédelmi falak – építési alap javítása – épületek háttöltése – vezetékgyödrök feltöltése – nem kötött utak építése – hidraulikusan kötött hordozórétegek – adalékanyag padlóburkoláshoz – építőelemek gyártása – sétányok kialakítása parkokban – sportolásra alkalmas területek fedése (téglatörmelék) – hulladék fém feldolgozása

ásványi komponensek, szennyezők fajtái és tömegarányai, finom agyagos szemcsék tömegaránya, ásványi és nem ásványi anyagok (fém, pl. vasbeton) összenövése, szemcseméret-eloszlás, szemcsék alakja, fagyállósága, szemcseszilárdság, Devál-kopás elleni ellenállás, Los Angeles ütési szilárdság, szemcsesűrűség, halmazsűrűség, tört (aprítással) szemcsék részaránya.

Az építési hulladékok újrahaznosításának lehetőségeit az 1. táblázat szemlélteti. Az *építési hulladék-anyag* legértékesebb részét az ásványos alkotórészek képezik. E vonatkozásban első helyen a *beton* áll. Hasznosításának fő területe: építési és útépítési betonadalék-anyagként a primer kavics-homok és a zúzott kő részbeni vagy teljes helyettesítése. E betonok kisebb szilárdságúak (10–20%-kal), mint a hagyományos módon készített beton. A *tégla*, a *csempé* (önmagában vagy betonnal keverve) már csak meghatározott célra való hasznosítást tesz lehetővé (pl. beltéri betonozást). A mészhomokkő, malter, finom homok munkagyödrök, vezetékárok töltőanyaga. *Útbontási törmelékek felhasználása*: 25% részarányig póttanyagként új fedőréteghez; 20–30% részarányig kötőréteghez, 80% póttanyagként aszfalt-teherviselő réteghez; 100%-os felhasználásként aszfaltalapozáshoz és más (beton) útalapozáshoz.

4. Építési törmelék előkészítése

Az előkészítési technológia lehet száraz, nedves vagy kombinált; a törési fokozatok száma alapján pedig egy-, két- vagy háromlépcsős. A célszerű megoldást elsősorban a végtermék minősége, a technológiai rendszer jellege (mobil vagy fix telepítés) határozza meg. Az építőipari hulladékokat az előkészítés során be kell gyűjteni, és megfelelő kontroll mellett – a veszélyes (finom talaj) és a fel nem dolgozható anyagok leválasztására – előszortírozásnak kell alávetni, majd egy vagy több lépcsőben le kell tömi, a különböző szennyező anyagoktól fizikai tulajdonság szerint a dúsítóberendezésekkel meg kell tisztítani, és a szitaberendezésekkel méret szerint frakciókra kell bontani.

Fontos a finom anyagrészeire külön figyelmet fordítani, kémiai és ásványos összetételét megállapítani. A legfinomabb rész ugyanis gyakran nagy károsanyag-tartalommal (pl. talaj, nehézfémek, szerves anyagok) rendelkezik, amely jelenléte az előkészített termékekben a műszaki minőséget alapvetően lerontja. Az előkészítés során a finom részt célszerű mielőbb, már a technológiai folyamat elején leválasztani. Az előkészítő műben leválasztott durva szennyező, könnyű anyagokról is gondoskodni kell. A vas újból felhasználható az acélgégyártás során. A fa, papír, műanyag és egyéb éghető hulladékokat – környezetvédelmi előírások betartása mellett – erőművekben el lehet égetni.

4.1. Alkalmazott előkészítési eljárások és berendezések

A technológia legfontosabb berendezései a törőgépek, az osztályozók és a szennyezők leválasztását szolgáló dúsítóberendezések. A többi kiegészítő berendezés az anyag mozgatását, tárolását, valamint az energiaellátás és a környezetvédelmi előírások betartását szolgálja.

Az *osztályozáskor* mozgatott rácsok és dobzita a finom szennyezők (föld stb.), valamint az apró (< 20... < 60 mm), a kézi válogatást zavaró méretű rész leválasztására szolgálnak; a vibrációs osztályozószták pedig a végtermék előállítására.

Szennyező anyagok leválasztásakor a szétválasztás a száraz dúsítóeljárásokkal történhet: kézi válogatással, légárammal száraz áramkészülékben, a vas leválasztása pedig mágneses szeparátor alkalmazásával. Nedvestechnológiáknál a száraz áramkészüléket nedves szalagszűrő vagy nedves áramkészülék és/vagy az ülepítőgép, ritkábban nehézsuszpenziós vagy mosó-osztályozó spirális készülék váltja fel.

A *szárazeljárások előnye*: időjárástól független, a behúzási és üzemköltségek kicsik, nincs vízkörfolyamat;

2. ábra. Építési hulladékok újrahasznosításra való előkészítése

hátrányuk: nem megfelelő a termékek tisztasága, ezért a beton készítésekor adalékanyagként nem, vagy korlátozottan használhatók fel, a <10 mm rész nem tisztítható, nagy tömegarányban keletkezik deponálandó maradvány. A termékminőség és költség szempontjából a mindenkori optimumot a kombinált üzemek képesek biztosítani, jövőbeni elterjedésük várható.

Aprítás. A hulladékok előkészítésénél alkalmazott aprítóberendezéseket a 2. táblázat tartalmazza.

A technológiai folyamatokban a törés rendszerint több lépcsőben történik. Az építési hulladékok aprításában három törőberendezés játszik kitüntetett szerepet: a pofástörő, az ütő-hengeres törő és a röpitőtörő. Ezek kapcsolatát a 3. táblázat mutatja be.

2. táblázat

A hulladékok előkészítésénél alkalmazott aprítóberendezések

Hulladékfajta	Aprítási terület	Aprítógép	Alkalmazási példa
Ásványos hulladékok: ásványipari, építőanyag-ipari, építési, üveghulladék Anyagtulajdonság: szilárd, közepes szilárdságú, kemény, nagyon koptató	Durvaaprítás > 50 mm	Hidraulikus bontókalapács Pofástörő Röpitőtörő Horizontális pofástörő Hengeres törő (fogazott) Ütő-hengeres törő Kalapácsos törő	beton, vasbeton beton, téglá, beton, téglá, aszfalt és beton együtt, üveg vasbeton gerenda, erősen vasalt vasbetonok, rúdformájú vasbetonok, sántalpak, villanyoszlopok aszfalt, könnyűbeton, üveg vasbeton gerenda, erősen vasalt vasbetonok, rúdformájú vasbetonok, sántalpak, villanyoszlopok aszfalt, könnyűbeton, téglá, kiemelt föld
	Középpapítás 5...50 mm	Kúpos törő Röpitőtörő Kalapácsos törő Hengeres törő	beton, téglá beton, téglá, aszfalt és beton együtt, üveg aszfalt, könnyűbeton, téglá aszfalt, könnyűbeton
	Finomaprítás < 5 mm	Kalapácsmalmok Kúpos törő	aszfalt, könnyűbeton, téglá beton, téglá

A törőberendezések egymáshoz való kapcsolata

Kombináció típusa	A törőberendezés eljárástechnikai feladata	
	Előtörő	Utótörő (végtermék-előállítás)
A	Pofástörő	Röpítőtörő
B	Ütő-hengeres törő	Röpítőtörő
C	Röpítőtörő	Röpítőtörő

4.2. Technológiai rendszerek

Az építési hulladékokat feldolgozó gépi rendszerek lehetnek: stacioner, semi-mobil vagy mobil telepítésűek. A stacioner üzemekben a különböző helyen – a műtől 10...30 km távolságban – keletkező építési hulladékot szállítva nagy mennyiségű begyűjtött hulladék halmozódik fel, így

3. ábra. Összefüggés az anyagsajátosságok és az előkészítés-technika között

az előkészítő mű kapacitása is nagy lehet ($> 120...160 \text{ t/h}$), a feladás nagy szemcseméretű mérete $> 600...900 \text{ mm}$. Itt száraz- vagy nedvestechnológia egyaránt alkalmazható, a végtermék minősége jól szabályozható. Hátránya, hogy engedélyköteles. A mobil üzemet a feldolgozandó építési hulladékok keletkezési helyének közelébe telepítik, így a hulladék szállítási költsége jelentősen csökken. A mobil berendezés kapacitása ($< 120...160 \text{ t/h}$) és a berendezésre feladható hulladékdarab maximális mérete ($< 600...900 \text{ mm}$) kisebb, mint a stacioner telepítésű rendszernek. A fejlett országokban ezek telepítésénél nincs szükség építési, csak működtetési engedélyre. A végtermék minőség azonban gyengébb, mint a fix üzemeknél. A semi-mobil telepítés az előző két telepítési mód előnyeit használja ki. Hosszabb ideig alkalmazható egy adott területen, de szükséges esetben áttelepíthető.

A technológiának tehát tekintettel kell lennie arra, hogy szoros összefüggés van a nyers építési hulladék minősége (ásványianyag-tartalma, összetettsége, szennyezettsége) és a célszerűen alkalmazandó előkészítés-technika között. A viszonyokat a 3. ábra szemlélteti.

Megfigyelhető: a homogén, lényegében csak ásványi komponensekből álló hulladékból, mint például a betontörmelék, egyfokozatú töréssel és egyszerű szitálás alkalmazásával (mobil törővel) is megfelelő minőségű termék állítható elő. Az előbbi technológia azonban az összetettebb, és szennyezettebb nyers hulladék (különösen építés-munkahelyi hulladék) feldolgozására nem alkalmas, minőségdeficittel jár; az összetettebb és szennyezettebb hulladék anyagok előkészítése tehát egyre komplexebb technológiákat igényel. Ezzel szemben a komplexebb technológiának a homogén ásványos építési hulladék-anyagokra való alkalmazása felesleges, ugyanis az előírásoknál jobb minőségű termék előállításához vezet, ami gazdasági szempontból előnytelen (a piac nem értékeli a minőség-többletet).

Irodalom

Csöke B.: Építési hulladékok előkészítése és hasznosítása. Környezetvédelmi Füzetek. OMIKK. 1999/19. (80).