

**AZ ÜVEGHULLADÉK
ÉS ANNAK ÚJRAHASZNOSÍTÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI AZ ÉPÍTŐIPARBAN**

Szerző: **SEREGÉLY Emese**, IV. Évfolyam

Témavezető: **Prof. Dr. KASZÁS Károly** egyetemi tanár, **CSEH Árpád** tanársegéd-
doktorandusz

Intézmény: Újvidéki Tudományegyetem, Építőmérnöki Kar, Szabadka

Tartalomjegyzék

1. Bevezető	3
2. A környezet és a társadalom	4
2.1. Ökológiai lábnyom	4
2.2. Hulladékgazdálkodás	6
2.3. Visszutas logisztika	6
3. Az üveg, mint fő probléma	8
3.1. Az üvegről általában	8
3.2. Az üveg és az újrahasznosítás	10
3.3. Az üveg újrahasznosításának lehetőségei	10
4. A “Geofil Bubbles”, mint az üveghulladék fontosabb felhasználása az építőiparban	13
5. Az üveghulladék újrahasznosításának problémája Szerbiában	15
6. Záradék	17
7. Felhasznált irodalom	18

1. Bevezető

A környezetszennyezés a világon mindenhol jelentős problémákat okoz. Ma olyan jelenségekkel kell számolnunk, mint a globális felmelegedés, a túl magas széndioxid és metánkibocsátás, a különböző fajok számának csökkenése, a túlzott, növekvő hulladéktermelés, valamint a nyersanyagforrások kiürülése. Egyre nagyobb szükség van arra, hogy korlátozzuk a környezetromboló tevékenységeket, és arra, hogy valahogyan visszafordítsuk a jelen helyzetet. Az Európai Unión belül már életbe léptettek olyan törvényeket, amelyek szabályozzák az emberek környezetbe történő beavatkozásait, a hulladéktermelést és a mérgező anyagok kibocsátását, valamint törvényileg szabályozzák az újrahasznosítást. Talán ez az egyik legfontosabb szegmens, ami eredményhez vezet, hiszen az újrahasznosítás által feldolgozásra kerül az évek során felgyülemlett hulladék, és ez által új termékeket, nyersanyagokat nyerhetünk, anélkül, hogy a természetet fosztanánk ki tartalékaiból.

Szerbia még nem tagja az Uniónak, viszont a környezetvédelemmel kapcsolatos törvényeket és előírásokat, amelyek eleget tesznek az EU elvárásainak, már lépésről lépésre bevezeti. Itt is elindult a hulladék újrahasznosítása, viszont némely fajtájával nem tudunk mit kezdeni. Ebbe a kategóriába tartozik az üveg is. A dolgozat arra próbálja felhívni a figyelmet, hogy van újrafelhasználhatósági köre a hulladékká vált üvegtermékeknek, valamint megpróbál bemutatni néhány fogalmat és elméletet, amit az EU-n belül már ismernek, Szerbiában viszont kevésbé alkalmazott. Szem előtt kell tartani a fenntartható fejlődés és a felelős gondolkodás elveit, aminek egy részét szeretném bemutatni a logisztika, a 21. Század vezető gazdasági szemlélete és tevékenysége segítségével.

2. A környezet és a társadalom

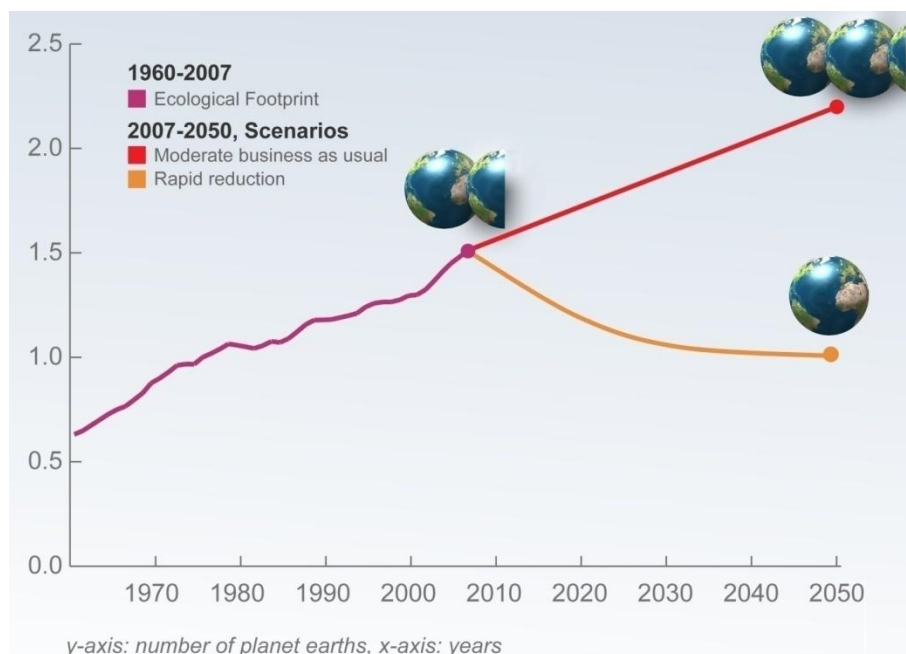
Első téma, amivel foglalkoznunk kell, az maga a környezetszennyezés. A környezetszennyezés ténye az ember termelő tevékenységének megkezdésével jelent meg. A népesség növekedésével párhuzamosan növekszik a fogyasztás, aminek következtében nő a nyersanyagszükséglet, és folyamatosan ürülnek a nyersanyagforrások. Az „ökológiai lábnyomunk” egyre növekszik, és nem vesszük figyelembe a környezet terhelhetőségét és önmegújító képességét, ezáltal maradandó károkat okozunk. Az egyenlőtlen társadalmi-gazdasági fejlődés oda vezetett, hogy a 20. század végére a megtermelt anyagi javak kétharmadát az emberiség egynegyede állította elő és fogyasztotta el. Ez azt jelenti, hogy a maradék háromnegyed a puszta létének fenntartása érdekében kénytelen a környezet erőforrásait pusztítani. A népesség robbanásszerű növekedése miatt a városok is egyre nagyobbá váltak. 19 várost számlálhatunk, amelyben a lakosság száma meghaladja a 10 millió főt, további 22 amelynek lakossága 5 és 10 millió közötti népességszámmal rendelkezik. Ezek a metropoliszok kialakulása különösen nagy környezeti károkat okoznak. Az embert kiszakítják természetes biológiai környezetéből, és áthelyezik egy olyan mesterséges rendszerbe, amely képtelen az önálló megújulásra. Számos káros kihatása közül kiemelném a következőket: beépíti a természetes bioszférát, ezáltal korlátozza a különböző növény- és állatfajok fennmaradási esélyeit, megváltoztatja a vízháztartást, a talaj termékenységét és szerkezetét, a levegő összetételét, megváltozik a klíma és nő a kommunális hulladék, és a szennyező anyagok kibocsátása.

Mindezek következtében felmerül a kérdés, hogy tulajdonképpen mekkora is a Föld terhelhetősége.

2.1. Ökológiai lábnyom

Két kanadai kutató 1955-ben bevezette az ökológiai lábnyom fogalmát, aminek a segítségével számszerűsíthető, hogy egy ember mekkora hatással van a Földre. Figyelembe vették azt, hogy az emberi igények bőven túllépik azokat az alapvető szükségleteket, mint élelmiszer és ruházat, így nem csak, mint biológiai lényt, hanem mint társadalmat kell megfigyelni, aki szellemi, kulturális, stb. igényekkel is rendelkezik. Az ökológiai lábnyom egy ember vagy egy adott terület népességének a természetre gyakorolt hatását egy hektárban

kifejezett mutatószám. Tulajdonképpen azt mutatja be, hogy mekkora víz és földterület szükséges az ember által elhasznált erőforrások előállítására és az általa termelt szennyezés befogadására. A 2007-es adatok alapján Szerbia ökológiai lábnyomának nagysága 2.39 ha/fő, ugyanebben az évben a világ átlaga 2.7 volt, és egy emberre nagyjából 1.8 ha terület jutna. Jelenleg világviszonylatban a helyzet a következőképpen alakul: a bolygónk másfélszeresére lenne szükségünk, és ha tovább folytatódik a környezetszennyezés, akkor ez az érték drasztikusan növekedni fog, ezt szemlélteti az alábbi ábra (1. kép):



1. kép

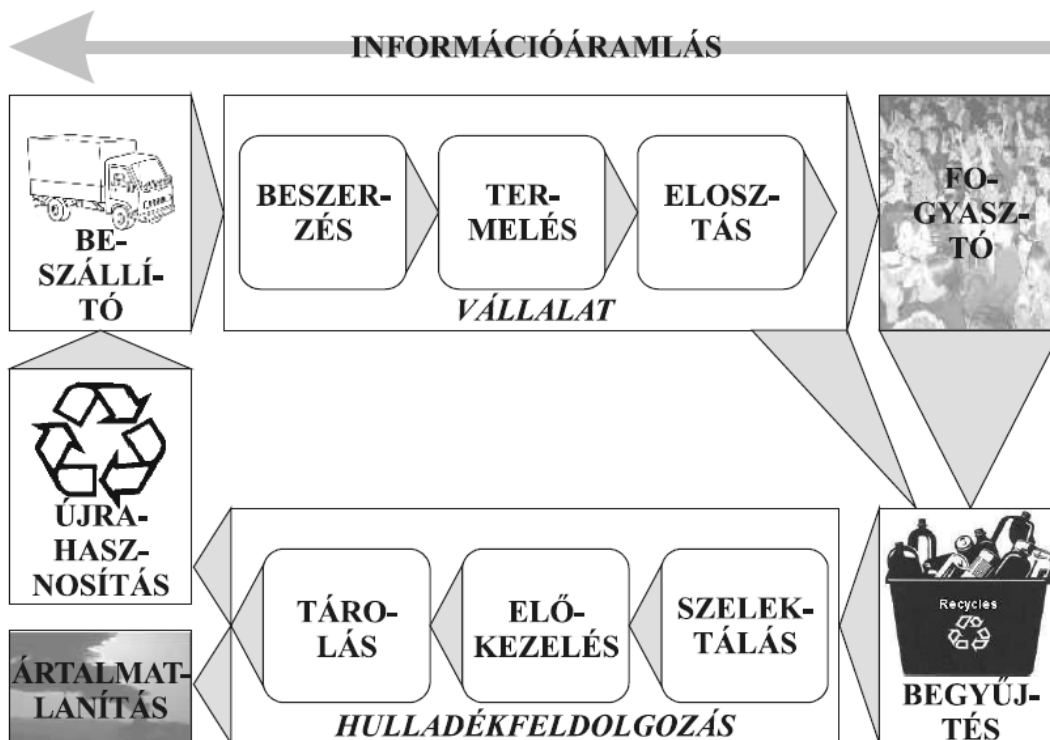
Ami Szerbia ökológiai lábnyomát illeti, kevés adat található róla, gyakran kimarad a felmérésekből és legtöbb évből nem származik ilyen adat. A 2007-es évet figyelembe véve azonban látható, hogy Szerbia valamivel kisebb értékkel rendelkezett, mint a világátlag. Ez azonban nem annak köszönhető, hogy színvonalas a hulladékgazdálkodás és a környezettudatos életmód, hanem annak, hogy az ország nincs olyan fejlettségi szinten, ami nagyobb ökológiai lábnyomot követelne.

2.2. Hulladékgazdálkodás

A környezeti károk hatékony orvoslása és további növekedésének csökkentése érdekében rengeteg szemléleti változáson kell keresztülmennie az emberiségnek. Amellett, hogy vissza kell fogni a pazarló és figyelmetlen életmódunkat, ki kell, hogy alakuljon egy környezettudatos világszemlélet és életvitel, és elhanyagolhatatlan a hulladékgazdálkodás fejlesztése. Ez különösen fontos, hiszen a hulladék jelenléte hatalmas károkat okoz, és meg kell oldani a problémáját. Amellett, hogy csökkenteni kell a hulladékképződést, a már meglévő hulladékkal is kezdeni kell valamit. Azonban az ökológusok számára nem feltétlenül a meglévő hulladék jelenti a legfőbb problémát, hanem az, hogy hiányoznak azok az intézmények és technológiák, amelyek segítségével a hulladék keletkezését el lehetne kerülni, és amelyekkel meg lehetne oldani a hulladék visszaforgatását és újrahasznosítását. A hulladékgazdálkodás a 21. Század legjelentősebb feladata, amely magába foglalja a hulladék keletkezésének megelőzését, csökkentését, a keletkezett hulladék elkülönítését, gyűjtését, kiválogatását és hasznosítását, és a nem hasznosítható hulladék környezetszennyezés nélküli átmeneti tárolását és ártalmatlanítását.

2.3. Visszutas logisztika

A visszutas (inverz, reverz) logisztika a hulladékgazdálkodás egyik legfontosabb része. Kialakulásának szükségessége az elmúlt évtizedekben vált jelentőssé. Rengeteg definíció és fogalmi meghatározás létezik rá, viszont nehéz egyértelműen elmondani, hogy mit is foglal magába, mivel igen széles kört felölelő elméletről van szó. Az alapja az, hogy a vállalatok környezethatékonyabb politikát folytathatnak azáltal, hogy a szükséges anyagokat újrafelhasználják, újrafeldolgozzák, illetve csökkentik a felhasználandó anyagok mennyiségét. A logisztika inverzitása abban rejlik, hogy míg az egyszerű logisztika a termék a gyártótól a fogyasztóig történő költséghatékony, tervezett és tudatos eljuttatását szervezi meg, a visszutas logisztika épp ennek az ellenkezőjével, a termék a fogyasztótól a gyártóhoz történő visszaszolgáltatásával foglalkozik. A visszutas logisztikát maga a környezetvédelem hozta létre, így tehát alkalmas arra a feladatra, amelyet a hulladékgazdálkodási törvényi előírások megfogalmaznak. Az alábbi ábrán (2. kép) láthatjuk a hagyományos és az inverz logisztika elvi vázlatát:



2. kép

A szűkebb értelemben vett inverz logisztika feladatköre konkrétan az anyagáramlásra irányul, ilyen a begyűjtés, szelektálás, előkezelés, tárolás, szállítás. Tágabb értelemben viszont már elméletek, modellek jelennek meg, amelyet az úgynevezett 5R környezetvédelmi intézkedési program fogalmaz meg:

- Reduction at the source: a hulladék keletkezési helyeinek felkutatása és a hulladék mennyiségének csökkentése
- Replacement: a hulladékok, esetleg veszélyes anyagoknak más, kevésbé problémás anyagokkal történő helyettesítése
- Recovery: lehetőség szerint a hulladékokból értékes anyagok illetve energia visszanyerése
- Recycling: Az anyagok szelektív gyűjtése után azok újrafeldolgozása
- Reuse: az anyagok újrahasznosítása –ezt a pontot az előzőhöz is sorolják, ebben az esetben 5R helyett 4R jelölést kap a program, de alapvetően külön folyamatról van szó.

Az inverz logisztika legalapvetőbb feladata tehát tulajdonképpen az újrahasznosítás elősegítése.

3. Az üveg, mint fő probléma

Az évek során hatalmas mennyiségű üveghulladék gyülemllett fel, s mint tudjuk az üveg nem képes természetes úton lebomlani. A többi hulladék nagy részének az újrahasznosítása már meg van oldva, és immár Szerbiában is fellelhetőek a szelektív hulladéktárolók, úgynevezett zöld szigetek. Ami az üveghulladékot illeti, esetenként nincs is tároló a számára, és ha van, akkor is csak a szigorúan szétválogatott és megtisztított üveget kell beledobni. Kizárólag a zöld, barna és színtelen üvegpalackokat, öblösüvegeket igénylik a gyártók. A poharak, ablaküvegek, képernyők, fényforrások, kerámiatárgyak, kristályüvegek, tükrök, stb. hasznosítása nincs megoldva. Az üvegtárgyakra azonban szükség van, a gyártás nem áll le, aminek hatalmas környezetromboló hatása van. Az üvegyártás rengeteg nyersanyagot és energiát igényel, emellett a hulladékká vált termékek hatalmas szeméthegeket képeznek. Ezek tükrében elmondható, hogy egyik legnagyobb problémáról beszélünk, amikor felmerül az üveg újrahasznosításának kérdésköre, holott egy olyan anyagról van szó, amit 100%-ban újra lehet hasznosítani, még hozzá úgy, hogy az egész gyártásba történő visszaforgatás folyamata alkalmazkodik a visszatás logisztika, valamint az 5R program elveihez.

3.1. Az üvegről általában

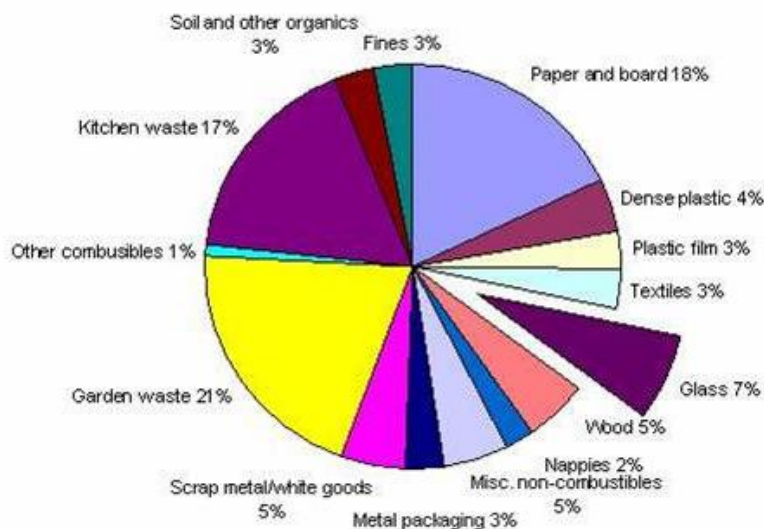
A régmúlt történelmi korokban az üveg érték volt, amihez csak a fáraók, királyok, egyházi előljárók juthattak hozzá. Az egyiptomiak és a föníciaiak már ötezer évvel ezelőtt is készítettek üvegtárgyakat, üvegékszereket, a perzsák pedig drágakőnek tartották. Manapság az üveg teljesen hétköznapi anyag, és a haszontalanná vált, vagy meghibásodott termékeket gyakran egyszerűen csak kidobják.

Az üveg megolvasztás útján előállított, kristályosodás nélkül megdermedő, áttetsző, kovasavat (szilícium-oxid) és fém-oxidokat tartalmazó, szervesetlen anyag. Megszilárdult „folyadék” amelyben a molekulák nem kapcsolódnak egymáshoz olyan szilárdan, mint a fémekben vagy a fában. Alapanyagai a kvarchomok, szóda, mész és fénoxidok. Gyártása során a kvarchomokhoz hozzáadják az adalékanyagokat, majd ezt magas hőmérsékletre hevítve állítják elő az üvegolvadékat. Az üvegtárgy formáját fúvással, hengerléssel vagy öntéssel adják meg. Azután fokozatosan hűtik, esetenként utókezelik, csiszolják. Minden fajta üvegnek megvan az

egyéni készítési módja és az egyéni összetétele is. Az üveg összetevői ezerképpen változnak, annak fényében, hogy milyen feltételeknek kell majd megfelelnie a kész terméknek és mi lesz a rendeltetése. Az alapvető nyersanyagokon kívül különböző mennyiségű fém-oxidokat adnak az üveghez, más-más tulajdonságokat, szilárdságot, színt, fénytörést, stb. érve el ezzel.

A különböző üvegeket nem lehet rendszeresen csoportosítani, mivel sem összetételük, sem fizikai tulajdonságuk, sem rendeltetésük alapján nem lehet köztük éles határt vonni. Vannak azonban általánosan elfogadott üvegcsoportok. Megkülönböztetjük az öblösüvegeket, világítási üvegeket, csöveket, kristály-, tábla, tükörüvegeket és biztonsági üvegeket. A különleges üvegek külön csoportot képeznek, amelyek már igen bonyolult vegyi összetételűek, és megfelelő fizikai és kémiai tulajdonságokkal vannak felruházva. Külön kell említeni az optikai üveget, valamint az üvegtermékek két szélsőséges képviselőjét, a kvarcüveget, amely kizárólag kovasavból (kvarchomok) készül és a vízüveget, amit csak homokból és szódából öntenek, és vizes oldat alakjában a textiliparban hasznosítanak.

Az üveg legősibb tudatos felhasználása azon alapul, hogy ellenáll a kémiai behatásokkal szemben. Nem oxidálódik, nem engedi át a vizet, nem oldódik, formatartó, egyszóval időtálló. Éppen ezért a leggyakoribb használatát a csomagolóiparban figyelhettük meg. Manapság azonban az üvegpalackokat szinte teljesen leváltották a PET és fémpalackok, aminek következtében megnövekedett a üveghulladék - haszontalanná válnak az üvegpalackok. A települési hulladék 7%-át képezi az üveghulladék (3. kép).



3. kép

3.2. Az üveg és az újrahasznosítás

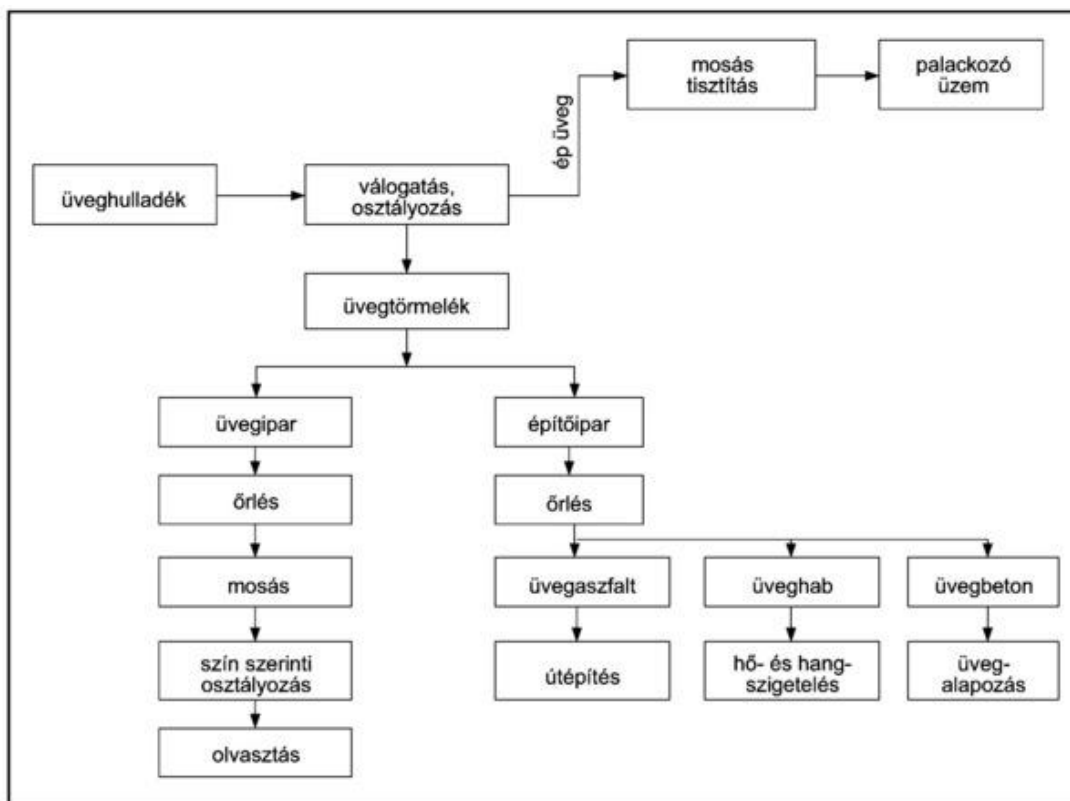
Az üveget teljes egészében újra lehet hasznosítani, vagyis egy tonnányi üveghulladékból, energia hozzáadásával egy tonna új üvegterméket nyerhetünk. Az üveg hátrányai közé tartozik az, hogy a gyártása rendkívül sok nyersanyagot és energiát igényel, valamint a tömege, ami növeli a környezetre gyakorolt negatív hatását és megnehezíti a tárolását, szállítását. Viszont az üveg az egyetlen olyan anyag, amit számtalanszor újra lehet hasznosítani anélkül, hogy a minősége romlana. Az üveg újrahasznosítása mellett szóló egyik indok éppen a hátrányaiból következik, abból, hogy rengeteg természetes nyersanyagra van szükség a gyártása során, kvarchomokra és szódára, amelyek mennyisége a természetben korlátozottak. Azáltal, hogy a már meglévő, és hulladékká vált termékeket forgatjuk vissza a gyártásba nem csökkentjük a természet nyersanyagkészletét. Ezen felül 25%-kal kevesebb energiafogyasztással jár az, ha az üvegyártás során kizárólag üveghulladékot használnak fel. Ez főként abból adódik, hogy sokkal kisebb hőmérsékletre van szükség ahhoz, hogy a zúzott üveget beolvasszák, és új termékeket állítsanak elő belőle, mint ahhoz, hogy a nyersanyagokból készítsék el őket. Emellett az olvasztott üveg kevésbé roncsolja az üvegyártás során használatos kemencéket, így meghosszabbítja azok élettartamát. Az üveg újrahasznosítása mellett szól az is, hogy általa csökkenne a szilárd hulladékmennyiség, ami helyet foglal, és az üveghulladék mennyisége évről évre növekszik. Környezetkímélő hatásain túl az üveg újrahasznosítása költséghatékony is, hiszen olcsóbb a már meglévő hulladékból, kevesebb energiafogyasztással újat előállítani, mint a természet energia- és nyersanyagkészleteit fosztani. Azzal, hogy üvegyárak, szortírozók, lerakatok létesülnek új munkahelyek is nyílnak, így társadalmi szempontból is látható a pozitív hatása.

3.3. Az üveg újrahasznosításának lehetőségei

Az üveget igen széles körben lehet újrahasznosítani, és ez nem csupán a csomagolási üvegtermékekre értendő. Az iparág, aminek a legtöbb anyagra van szüksége, az az építőipar, és ez egy olyan terület, ahol az üveg jó tulajdonságait nagyszerűen ki lehet használni. Rengeteg előny származik abból, ha az építőiparban találunk újrahasznosítási módot. Elsősorban csökkenthető az építőanyagok gyártása-, valamint az építmények kivitelezése során fellépő nyersanyagszükséglet, ami elengedhetetlen szempont, figyelembe véve azt a tényt, hogy a Föld

energiatartalékai végesek, és nem rendelkeznek korlátlan mennyiségű nyersanyaggal. Az üveghulladék túlzott mennyisége rengeteg területet elfoglal, és az újrahasznosítását kísérő problémák miatt fontos valamilyen egyszerű és járható utat találni a felgyülemlett hulladék eltávolítására. Azáltal, hogy épp egy ilyen területen találunk módot a felhasználására, amely ennyi anyagot igényel, sokszorozott előnye származik a környezetnek és a társadalomnak is.

Az üveg használatba történő visszaforgatásának két módja van. Az első a visszaváltás, amikor szortírozzák szín szerint a beérkező üvegeket, majd megfelelő tisztítás és fertőtlenítés után újratöltik azokat. Másik, amikor a vegyes hulladékot szortírozzák színük és fajtájuk szerint, megtisztítják, majd beolvasztásra kerülnek, miután új üvegterméket állítanak elő belőlük.



4. kép

Az építőiparban történő újrahasznosítása, amint azt a 4. kép is szemlélteti, igen széleskörű. Először is a legegyszerűbb, legkézenfekvőbb megoldás, ha a színes üvegtörmeléket díszítésre használjuk. Továbbá a szemcsék keménységéből adódóan az üvegpórák alkalmas fémfelületek tisztítására, polírozására valamint dörzspapír előállítására. A zúzalék alkalmas töltések és alapozások készítésére töltőanyagként.

Az üveghulladék felhasználásával készül az üveggyapot, ami egy hosszú, vékony üvegszálakból álló szigetelőanyag. Szintén üveghulladékból készül az üveghab granulátum, amelyet padozat alatti teherhordó könnyű hőszigetelő töltésként alkalmaznak.

A fel nem használható, sérült és vegyes üvegtörmelék aszfalttal keverve útépitésre használható. Az ilyen módon készült úgynevezett üvegaszfalt (5. és 6. kép) megfelel a szakmai előírásoknak, és minősége, tartóssága a hagyományos aszfaltéval megegyezik, vagy jobb is annál. Az előállítás során a természetes adalékanyag egy részét üvegtörmelékkel helyettesítik. Az üvegtörmelék szépségéből adódóan, az ilyen aszfalt díszítésre is alkalmazható.



5. kép



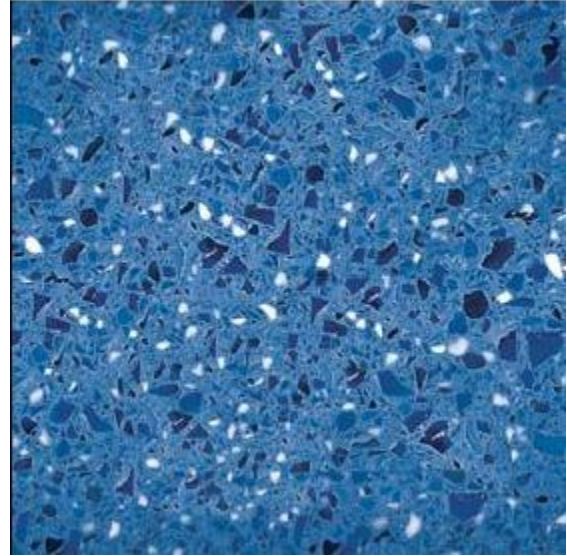
6. kép

A legfontosabb felhasználása mégis a betongyártás során figyelhető meg. Ez különös jelentőséggel bír, hiszen a betongyártás során rengeteg nyersanyagra van szükség. Üveghulladékkal helyettesíthető a természetes adalékanyag, illetve a cementgyártás során puccolánként szolgál, ráadásul, ha a cementhez üvegőrleményt keverünk, akkor az növeli a nagy tömegű betontestek, gátak szilárdságát.

Két mód van arra, hogy az üveghulladékot használjuk adalékanyagként a betongyártás során. Az első az, amikor a természetes adalékanyagot felcserélik üvegüzalékkal, aminek hatására a betonnak színes felszíne, attraktív megjelenése lesz (7. és 8. kép). Másik esetben használhatunk habüveg alapú duzzasztott kavics adalékanyagot, úgynevezett “Geofil Bubbles-t”.



7. kép



8. kép

4. A “Geofil Bubbles”, mint az üveghulladék fontosabb felhasználása az építőiparban

Az építőiparban a beton a leggyakrabban használt anyag, aminek 80%-át adalékanyag képezi, ez 9 milliárd tonna természetes adalékanyagot jelent évente. A többi összetevőjét tekintve évente 1,5 milliárd tonna cementet és egymilliárd tonna vizet használnak fel. Ezen adatok alapján elmondható, hogy a betongyártás a természeti erőforrások legnagyobb fogyasztója, nem beszélve a gyártás során fellépő egyéb energiaszükségletekről. Mivel a beton várhatóan a jövőben is a legfontosabb építőanyagként fog szerepelni, a gyártása során be kell vezetni olyan újításokat, amelyek megőrzik a fejlődés fenntarthatóságát, költséghatékonyak, környezetkímélők és alkalmazkodnak a visszas logisztika elveihez. Ennek érdekében arra kell törekedni, hogy a betongyártás során minél több hulladékanyaggal helyettesítsük a természetes nyersanyagokat. Mindezen problémák tükrében állíthatjuk, hogy az üveghulladék legfontosabb felhasználási területe magában a betongyártásban fedezhető fel.

Habüveg alapú könnyűbeton adalékanyag kísérleti gyártása kezdődött meg néhány éve Magyarországon, „Geofil Bubbles” (9. kép) néven (a találmány regisztrációs száma: PCT(HU99) 00017, feltaláló Hoffman L. és társai, Geofil KFT, Tatabánya), magas üvegtartalmú ipari és kommunális (csomagolási hulladék gyűjtéséből származó) újrahasznosított hulladékból.



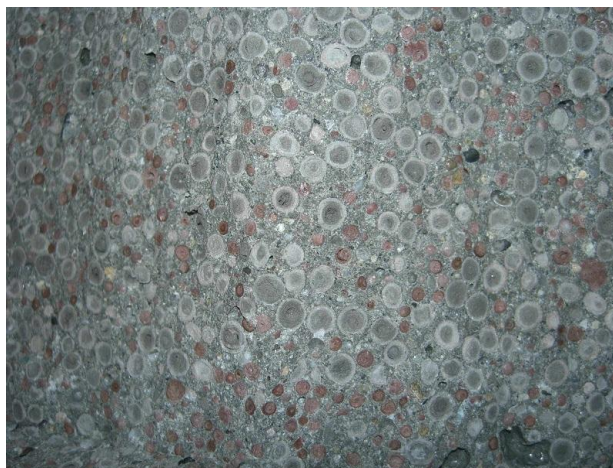
9. kép

A hulladéküveg különböző szerves és szervetlen hulladékot tartalmazhat, tehát nem szükséges az üvegeket szétválogatni, kimosni, eltávolítani a címkéket, kupakokat, ami nagy előnyt jelent, ha számolunk az újrahasznosítás szigorú előfeltételeivel. Mivel azt az üveghulladékot alakítják át adalékanyaggá és forgatják vissza az építőiparba, amelyet használhatatlan hulladékként depóniákra szállítanak, a „Geofil Bubbles” a környezetvédelem fontos elemének tekinthető. Épp a betongyártás során fellépő környezetvédelmet illető problémákra nyújt megoldást, olyan formában, hogy az tökéletesen illeszkedik a korábban említett 5R programhoz és inverz logisztikához, hiszen mind az öt pontnak eleget tesz, valamint életbe lép a „fogyasztótól a gyártóig” irány is.

A magas üvegtartalmú, vegyes, szennyezett, papírt és kupakot is tartalmazó üveghulladékot megfelelő szemcseméretre őrlik, gázképző hulladékkal homogenizálják majd granulálják. A granulátum hőkezelése után nagy fajlagos felületű anyagot visznek fel utolsó réteggént, a vízfelvevő képesség szabályozása érdekében. Szárítás után szabályozható forgási sebességű és lejtésszögű forgókemencében hőkezelik és hirtelen hűtik. Az így előállított habkavics halmazsűrűsége igény szerint $200-1200 \text{ kg/m}^3$, vízfelvevő képessége is változtatható $0,1-45$ tömegszázalék között. Szemcsemérete $2-25 \text{ mm}$ átmérőjű, jó hőszigetelő képességű és jól tapadnak az ágyazóanyagként használt gipszhez, cementhez vagy szilikátgyantához.

Különböző vizsgálatok bizonyították, hogy a Geofil Bubbles adalékanyag felhasználásával előállított könnyűbeton (10. kép) alkalmazható szerkezeti könnyűbetonként, hiszen a szerkezeti

elvárásoknak előreláthatóan megfelel, rendelkezhet a kívánt szilárdsággal, jó vízzáró és tűzzáró tulajdonságai vannak valamint, a természetes és az ipari melléktermékként keletkező adalékanyagokkal szemben, a gyártásából kifolyólag a minősége egyenletes és a kívánt célnak megfelelően szabályozható. A hasonló technológiával mesterségesen előállított és leggyakrabban alkalmazott duzzasztott agyagkavicssal ellentétben nem igényel bányászást, nem okoz tájsebet, hanem a felhalmozódott üveghulladékot használja fel. Az adalékanyag tulajdonságai lehetővé teszik, hogy a felhasználásával előállított könnyűbetonok alkalmazhatóak legyenek hő- és hangszigetelésre, zajvédő falak és lapos-, illetve zöldtetők készítésére, nagy fesztávok költséghatékony áthidalására, tűzálló rendszerek kialakítására, esztétikus, jó hőszigetelésű álmennyezetek készítésére.



10. kép

A legfontosabb szegmens mégis az, hogy szerkezeti elemekként is felhasználhatóak az ilyen adalékanyagból készült betonok. A Geofil Bubbles duzzasztott üveggavicsot tartalmazó frissbeton már második napon eléri a végleges, 28 napos szilárdságának a 70%-át, tehát gyorsabban szilárdul, mint az átlagos normálbeton. Ez az építkezés során gyorsabb zsaluforgást eredményez, így a kevesebb zsaluzatra, ebből adódóan kevesebb faanyagra van szükség, ami egy újabb fontos környezetvédelmi valamint gazdasági tényező is.

5. Az üveghulladék újrahasznosításának problémája Szerbiában

Bemutatásra került, hogy az üveghulladék újrahasznosításának mekkora jelentősége van, valamint, hogy mód is adódik a gyártásba történő visszaforgatására. Minden érv ellenére az üveghulladéknak csupán egy töredékét hasznosítják újra Szerbiában. Ez egy részben annak a

következménye, hogy az újrahasznosításra szánt termékeknek szigorú minőségi követelményeknek kell megfelelniük. Szét kell válogatni az üveget fajtái szerint, azon belül is el kell különíteni a színes üveget a színtelentől, el kell távolítani a szennyeződések, címkéket, kupakokat. A működő üvegyárak szinte kizárólag a színtelen üveget igénylik, a zöld és barna üvegeket a színtelentől elválasztva, külön tudják csak feldolgozni. Az üvegyipari technológia, sajátosságai miatt, csak maximum 20%-ot képes visszaforgatni a gyártásba, tehát 80% nem hasznosul. Ezek az üvegalapú csomagolóeszközök, fénycsőgyártás termelési hulladékai, elhasznált fényforrások, infúziós palackok és ampullák, épületbontásból származó síküveg és üvegyapot, gépkocsik szélvédőüvegei, üvegcsiszolási és polírozási iszap, szilikátbázisú kohászati hulladékok, stb. Ez a hatalmas mennyiségű hulladék depóniákba, hulladéklerakókba kerül, azonban, tudvalevő, hogy az üveg nem képes természetes úton lebomlani. Másik probléma, hogy Szerbiában csak két üvegyár üzemel, egyik Pančevon, másik Paraćinban, és csak ez utóbbi foglalkozik újrahasznosítással is, viszont a gyár jövője bizonytalan. Szerbiában az üveghulladék kevesebb mint 17%-át hasznosítják újra, míg a fejlettebb országokban ez a százalék jóval magasabb (1. táblázat).

Ország	Az újrahasznosítás foka százalékban kifejezve
Svájc	92
Ausztria	83
Svédország	84
Norvégia	88
Németország	87
Franciaország	55
Portugália	34
Írország	40
Spanyolország	33
Nagy Britannia	34
Görögország	27
Törökország	24

1. táblázat

Nagy problémát okoz az, hogy nincs gyűjtőközpontja az újrahasznosításra szánt üveghulladéknak, a környező országok pedig csak a szigorúan ellenőrzött, szétválogatott üveget fogadják el. Szerbiában senki sem foglalkozik az üveg újrahasznosításával vagy szétválogatásával, így ahhoz, hogy valamelyik környező országba tudjuk küldeni a hulladékot sok munkaerőre lenne szükség. Szétválogató állomásokat, hulladéklerakókat és szortírozókat létesíteni erre a célra igen költséges lenne, nem beszélve a megfizetendő munkaerőről és a szállítási költségekről. Nincs megoldva az üveg szelektív begyűjtése, szortírozása, és a gyártóhoz történő visszajuttatása, tehát tulajdonképpen az inverz logisztika hiányáról van szó, amelynek épp az említett folyamat megtervezése illetve megoldása a feladata.

6. Záradék

Látható, hogy az üveghulladék újrahasznosításának kérdése Szerbiában egyelőre nem megoldott problémakör. Ahhoz, hogy itt Szerbiában meginduljon az üveghulladék-gazdálkodás elsősorban gondosan kidogozott hagyományos és inverz logisztikai megoldások szükségesek, tehát maga a terv, ami alapján megvalósítható lenne a szelektív begyűjtés, valamint új gyárak létesülhetnének: olyan központok, amelyek befogadják, szétválogatják és tárolják az üveghulladékot és a még felhasználható hulladékot visszajuttatnák a fogyasztókhoz, valamint üzemekre, amelyek magát a beolvasztást és az új üvegtermékek gyártását végzik. Fontos szempont az is, hogy az üzemek a lerakók közelében helyezkedjenek el, hogy a gyártás költséghatékony legyen. Ennek érdekében természetesen elengedhetetlenek a befektetők. Azonban ahhoz, hogy ez az egész meg tudjon valósulni, az kell, hogy az itt élő emberekben is rögződjön a környezettudatos gondolkodás és életvitel, hogy hozzászokjanak ahhoz, hogy az üveget is szortírozzák és/vagy beváltsák. A megoldás adott, üveghulladék bőven van az országban, és az üveg sikeres újrahasznosításának számtalan példájával találkozhatunk világszerte. Van honnan ötletet, eljárást, kivitelezési módot meríteni, tanulhatunk a környező országok már jól bevált módszereiből. Ez egy hosszú folyamat, ami már kezdetét vette azzal, hogy lassan ugyan, de szisztematikusan bevezetik a környezetvédelmi intézkedéseket. Mialatt lépésről lépésre haladunk a megvalósítás felé, a feladatunk az, hogy tájékoztassuk a lakosságot, hogy bemutassuk nekik az újrahasznosítás lehetőségeit, hogy közelebb hozzuk hozzájuk a folyamatot, megnyerve ezzel a támogatásukat.

7. Felhasznált irodalom

- Dhir R, Dyer T.: Maximising opportunities for recycling glass, Sustainable Waste Management and Recycling: Glass Waste, Thomas Telford, 2004, 1-15
- Dr Kasaš Karolj, Asistent Čeh Arpad, Asistent Kovač Striko Josip: Konstruktivni laki betoni sa agregatima od recikliranog otpadnog stakla, III. Međunarodni simpozijum studenata, 2011
- Dr Kasaš Karolj, Asistent Čeh Arpad, Viši laborant Kamaran Golub: Nova vrsta agregata za lake betone na bazi otpadnog stakla, Zbornik radova Građevinskog fakulteta u Subotici, Subotica 2009
- Jovana Bekić: Reciklirani agregat i betoni na bazi recikliranih agregata, Master rad iz predmeta „Upravljanje čvrstim otpadom“, Subotica, 2011
- Seregély Emese: Hulladéküvegből készült duzzasztott kavics alkalmazása az építőiparban, 9. Tudományos Diákköri Konferencia, 2010
- Kohut Zsófia, Nagy Adrienn: A visszutas logisztika: Egy fogalmi keret, 54. Sz. Műhelytanulmány, Vállalatgazdaságtan Intézet, Budapest
- Mosonyiné Ádám Gizella: A környezetvédelem és az inverz logisztika, BGF Külkereskedelmi Főiskolai Kar, Nemzetközi Gazdálkodási Intézet
- Dr. Knapp Oszkár: Az üveg, A kémia és vívmányai, I. rész, Kir. Magy. Természettudományi Társulat, Budapest, 1940.
- <http://ttl.masfak.ni.ac.rs/RADOVI%20MA14068/Markovic%20D.%20i%20Jovanovic%20M.%20-%20TIL%2008%20Nis.pdf>
- <http://www.scribd.com/doc/52828122/AMBALA%C5%BDA>
- <http://www.fzoeu.hr/hrv/pdf/EKOrevija7.pdf>
- http://elib.kkf.hu/ewp_06/0604_07.pdf
- <http://www.heliks.org.rs/heliks/reciklaa-stakla.html>
- <http://www.recikliranje-stakla.com/>