

Magyarország az ezredfordulón
MTA stratégiai kutatások

ZÖLD BELÉPŐ
EU-csatlakozásunk
környezeti szempontú vizsgálata

**Mang Béla – István Zsolt – Murvai József –
Csizmadia László – Tóth András**

**A tiszta technológiák és környezeti biztonsági
rendszerek fejlesztése és bevezetése
I.**

Témavezető:
**Fekete Jenő és
Kerekes Sándor**

Sorozatszerkesztő:
**Kerekes Sándor és
Kiss Károly**

Budapest, 1997. október

TARTALOM

1. Bevezetés.....	3
2. Zártláncú gazdálkodás.....	5
2.1. Hulladékgyűjtés.....	5
2.2. A zártláncú gazdálkodás szereplői.....	6
2.2.1. Gyártók.....	8
2.2.2. Beszállítók.....	9
2.2.3. Áru forgalmazók.....	9
2.2.4. Fogyasztók.....	9
2.2.5. Szerviz hálózatok.....	9
2.2.6. Begyűjtők.....	9
2.2.7. Hulladékhasznosítók.....	10
2.3. A tartós fogyasztási cikkek újrahasznosítási lehetőségei.....	10
2.3.1. Termék (részegység, alkatrész) újrafelhasználás.....	11
2.3.2. Alapanyag újrahasznosítás.....	11
2.3.3. Gyártásközi újrahasznosítás:.....	15
2.4. Shredderező (aprító), szeparációs eljárás.....	15
2.5. Szétszerelés orientált eljárás, mint a zártláncú gazdálkodás alapeleme.....	16
2.5.1. Szétszerelés helyes kialakítás tervezési irányelvei a VDI 2243 szerint.....	18
3. „Tisztább technológiák” kialakításának módjai.....	19
3.1. Mit jelent a „tisztább technológia” kialakítása?.....	19
3.2. A technológiai folyamatok értékelése a tisztább technológiai célok eléréséhez szükséges eszközök meghatározása érdekében.....	24
3.2.1. A tiszta technológia érdekében alkalmazandó környezettechnikák áttekintése.....	24
3.2.2. A tipikus technológiák értékelési módszerei a környezettechnikák alkalmazhatóságának vizsgálatához.....	26
4. Tisztább termelési központ.....	30
4.1. UNIDO/UNEP program a tisztább termelésért.....	30
4.2. Az NCPC-k feladatai.....	30
4.3. Az NCPC-k tevékenységei.....	31
4.4. A nemzeti tisztább technológiai központ (NCPC) program tárgya.....	31
4.5. Az NCPC-k tevékenységi köre.....	32
5. Összefoglalás.....	34
Mellékletek.....	36

1. Bevezetés

A jóléti társadalmak életszínvonalát a nagyirányú iparosodás és a műszaki fejlesztés tette lehetővé. Csak a 80-as években került előtérbe, hogy ez a folyamat eltérő módon képviseli Földünk természeti törvényeit, amely nem zárt körforgást eredményez, hanem folyamatosan nyitott végű marad. E közben nemcsak az erőforrásaink kerülnek veszélybe, de a folyamatosan szennyező eljárások már életterünket is veszélyeztetik. A folyamat megállítására sürgősen változtatásokat kell elindítani:

- csökkenteni kell a természeti erőforrásaink felhasználását,
- csökkenteni kell az energia felhasználást,
- kiküszöbölni a környezetre ártalmas termelést,
- kiküszöbölni a veszélyes anyagok alkalmazását,
- zártciklusú, visszaforgatható termékek alkalmazása.

Az 1992-es riói környezetvédelmi csúcson, a világ kormányai több – a Föld számára – létfontosságú programot vitattak meg, az egyik legfontosabb a „fenntartható fejlődés” akció programja volt. Az Európai Unió szervezete szintén kulcsfontosságúnak tekinti a környezetvédelmi súlyos problémák megoldását, Rió után meghirdette az Agenda 21 programot a fenntartható fejlődésért.

A program keretében átfogó tevékenységet sürget a környezetvédelmi, szociális, gazdasági és társadalmi problémák megoldására, és több alapot hozott létre a különböző projektek támogatására. Ilyen program többek közt a „Sustainable Cities”, melyhez már több mint 300 város önkormányzata csatlakozott. Demonstrációs tevékenységeket támogat a LIFE akció program (450 millió ECU) a környezetvédelem különböző területein. A jövőben – az Agenda 21 szerint – szintén megnyílik az út a közép-kelet-európai államoknak a LIFE programokban való részvétel.

Az Európai Unió 5. cselekvési akcióprogramja szintén a „fenntarthatóságért” indítja el a 2002-ig tartó kutatási-fejlesztési felhívását. Újdonság, hogy Magyarország már teljes jogú tagként – megelőzve az ország EU tagságát – indulhat minden területen ebben, és csatlakozhat az Európai Unió ezen kutatásai, és támogatási rendszeréhez (eddig csak az EUREKA, COST és INCO-COPERNICUS programokban való részvételre volt lehetőségünk).

A fenntartható fejlődésért a következő területekre különösen oda kell figyelniünk:

- Elsődleges környezetvédelmi problémák:
 - * levegő szennyezés,
 - * természetes vizek,
 - * talaj pusztulás,
 - * élővilág veszélyeztetettsége.
- Hulladék gazdálkodás,
- Energia források,
- Tisztább technológiák,
- Mezőgazdasági ökológia,
- Városi fejlesztés,
- Közlekedési tendenciák,
- Oktatás, kutatás.

Az ökológiai szempontok felértékelődtek és ennek kifejezéséül egyre magasabb szintű és egyre szigorúbb jogi szabályozottsággal próbálják a fejlett országok a termelő, szolgáltató tevékenységet ez irányba befolyásolni. Az alapvető szabványokat az OECD és EU országok vonatkozásában nemzetközi egyezmények rögzítik, jelezve ezzel a környezetvédelem országhatárokat átlépő globális jelentőségét.

Az egyes országok – fejlődési folyamataik helyzetétől függően – megalkották környezetvédelmi törvényeiket, melyek végrehajtását tárca, regionális, és helyi szintű jogszabályok segítik. A több országot átfogó szövetségek (pl. Európai Unió) törvényei közül a környezetvédelemmel kapcsolatos törvények a leginkább kompatibilisek.

A napokban került nyilvánosságra az Európai Unióba igyekvő országok csatlakozási alkalmasságának értékelése. Ez alapján Magyarország azon szerencsés öt ország közé került, akikkel az Unió még az idén elkezdheti a csatlakozási tárgyalásokat. A tanulmány az elért eredmények mellett, kritikával mutatott rá a hiányosságokra is, így a környezetvédelem területén is. Az Unió megállapítja, hogy Magyarország a többi jelentkezőhöz képest jobb helyzetben van a környezetvédelem területén, de még sok problémát kell megoldani ahhoz, hogy az EU normáinak mindenben megfeleljen. Elsősorban a levegő, víz és hulladékgazdálkodás területén kell javítani. Ma jelenleg még nincs átfogó törvény a hulladékokra, hulladékfeldolgozásra, és az egyes rendeletek már elavultak. Valószínűleg, hogy még 1997-re a KTM elkészül az új átfogó hulladék törvény javaslatával.

Tisztább technológiák

A fenntarthatóság nagyon fontos eszköze lehet a gyártók tisztább termelésének bevezetése, amely nem elsősorban az „end of pipe” (csővégű) típusú emisszió csökkentő berendezéseket támogatja, hanem a tisztább technológiák, eljárások alkalmazását.

Az OECD szerinti környezetvédelmi ipar definiálásakor már szintén figyelembe veszi a tisztább technológiákat: „A környezetvédelmi ipar a környezeti károk, mint a levegő-, víz- és talajszennyezés, a hulladékhoz és zajártalmakhoz kapcsolódó problémák mérésére, kivédésére, korlátozására vagy korrigálására alkalmas termékeket és szolgáltatásokat biztosító vállalkozások összessége, amely magába foglalja a tisztább technológiákat is, ahol a szennyezés és az alapanyag felhasználás minimálisra csökkentése a cél.”

Jelentős szemléletbeli előrelépésnek ítéljük, hogy – bár a fejlett országokban is kb. 75% a részesedése az „end of pipe” típusú környezeti hatások kezelésére fordított eszközöknek – sikerült a technológiai folyamatokkal integrált „tisztább technológiai” szemléletet is megjeleníteni. Ez utóbbi követelmény szerinti elemzés nemcsak a környezeti terhelés mértékét csökkenti, de mérsékli az erőforrások felhasználását is.

A tiszta technológia kialakítása a következő elvek mentén vizsgálható:

- részfolyamatok károsító kibocsátásának csökkentése,
- zárt, a szennyezőket tisztító anyagok újrafelhasználása irányuló fejlesztés,
- környezetbarát anyagok alkalmazásának szélesítése,
- helyettesítő anyagok alkalmazásának szélesítése,
- zártciklusú gazdálkodás beépítése a technológiai folyamatba,
- az újrahasznosítás láncának megszervezésével az alapanyag és energia felhasználás racionalizálása.

2. Zártláncú gazdálkodás

2.1. Hulladékgazdálkodás

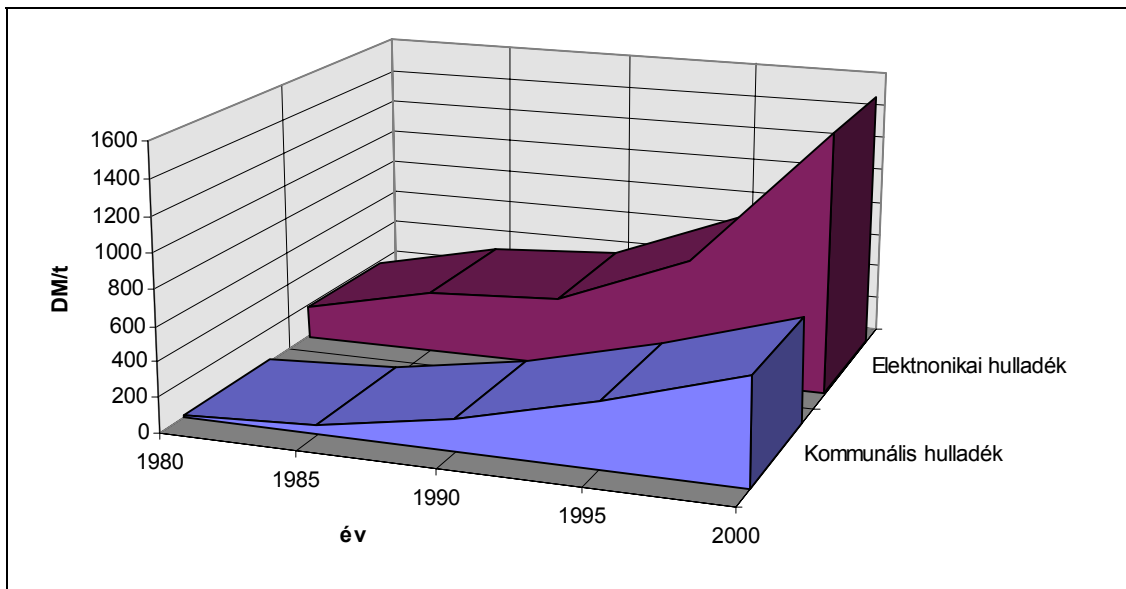
Az OECD jelentése a fenntartható fejlődést a következőképpen definiálja: „A fejlődés, amely lehetővé teszi a jelen generáció számára, hogy igényeit anélkül elégítse ki, hogy veszélyeztetné a jövő generációinak azon lehetőségét, hogy saját igényeiket kielégíthessék”. Hulladék szempontjából ez azt jelenti, hogy minden generációnak meg kell oldania saját hulladék-problémáit, és nem ruházhatja át a problémát a jövő generációira.

A hulladék a fejlett ipari országok életformájának jellegzetes végterméke. A nagysága folyamatosan növekszik, nem beszélve az összetettségéről és a veszélyességéről. Manapság Európában átlagosan, egy ember több mint egy kilogramm háztartási hulladékot „termel” naponta. A hulladék csökkentésére csak a gyártási módszerek és a fogyasztási szokások drasztikus változtatásával, valamint az állami szerepvállalással érhetők el.

A hulladéktípusok keletkezésük szerint lehetnek:

- termelési hulladékok (a gyártás során),
- kommunális hulladékok,
- tartós fogyasztási eszközök elhasználódásából, cseréjéből adódó hulladékok (elkülönítve háztartásokra és gazdasági, intézményi szervezetekre),
- veszélyes hulladékok (ezek kezelési módjairól a magyar jogszabályok szinte már teljes körűen rendelkeznek).

A modern társadalmakban a hulladékok 80%-a az iparban és a 20%-a a háztartásokban keletkezik. A háztartási hulladékok mennyiségének aggasztó növekedése részben a piacot elárasztó rövid hasznos élettartamú és a nem-visszaforgatható csomagolóanyaggal ellátott termékeknek tulajdonítható. Ezen termékek jelentik a háztartási hulladékok közel 40%-át.



2.1. ábra. A hulladék elhelyezés költségeinek változása Németországban

Fogyasztási cikkeinknek még ritka azon tulajdonsága, hogy visszaforgathatók és emiatt a szeméttelre kerülnek. Ezen megközelítés következményei azt eredményezik, hogy

- a természeti erőforrásainkat elpazaroljuk,
- csökken az alkalmas lerakó helyek száma,
- a termékek folyamatos előállításának alapanyag és energia igényét újra csak a természeti erőforrások adják.

Éppen ezért a fogyasztási termékek hulladék kezelése, egyike a legsürgősebb megoldandó környezetvédelmi problémának. A hulladékgazdálkodási problémák megoldását nemcsak ökológia, fogyasztói követelések és jogi szabályozások ösztönzik, hanem gazdaságossági okok is elősegíthetik. A legutóbbi időkig a háztartási berendezések elhasználódásukat követően a kommunális hulladékkal keverve kerültek deponálásra vagy a környezetet csúfító módon egyedileg helyezték el őket erdőkben, útszélien. Ezen hulladékok különválasztását a kommunális hulladékoktól az eltérő kezelési módja, mennyisége, a kibontakozó újrahasznosítás költsége és esetlegesen elérhető nyereséghányada indokolja.

A különböző hulladékok kezelési és deponálási költségei nagyságrendileg növekedtek az elmúlt évtizedben. A 2.1. ábrán ábra szemlélteti a németországi hulladék elhelyezési költségek változását és prognózisát 1980-2000 között.

A hulladékkezelési stratégia legfontosabb globális célkitűzése a nettó hulladékmennyiség csökkentése, ebből következően a tisztább technológiák, hatékony logisztikai rendszerek alkalmazása és ezzel párhuzamosan a bruttó hulladék újrahasznosítási volumenének növelése. Ez utóbbi négyféle újrahasznosítási kör létezésével vagy kialakításával számol.

A vizsgált termékekre, részegységekre, alkatrészekre vonatkoztatva ezek a következők:

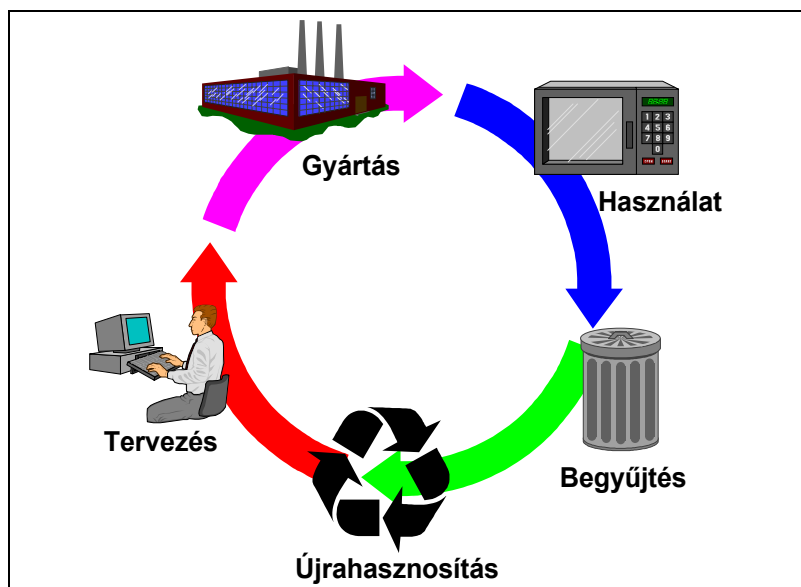
- újrafelhasználás (eredeti vagy más funkcióban),
- alapanyagként való újrahasznosítás,
- nyersanyagként való hasznosítás,
- energiaként történő hasznosítás (pl. kemotermikus).

2.2. A zártláncú gazdálkodás szereplői

A fenntartható fejlődés érdekében a hulladékgazdálkodás hatékonyabbá kell tenni, és ezt csak egy ún. „zártláncú gazdálkodás” biztosíthatja. A német kormány 1994 júliusában fogadta el a „Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW/AbfG)” törvényt, ami 1996 október 7-én már hatályba lépett. A törvény – az Európai Unió irányelveinek és rendeleteinek megfelelően – a hulladékok keletkezésének minimalizálásától a hulladékok megfelelő kezeléséig és elhelyezéséig szigorú kereteket ír elő a zártláncú gazdálkodás összes szereplőjének.

Németországban már jól működik az 1991-ben bevezetett Duális Rendszer (Duale System) a csomagolóanyagok újrahasznosításában, és a KrW/AbfG-től is ezt az eredményt várják el. A szakértők szerint 2000-től várhatóak jelentős eredmények az új törvény hatására.

A bevezetésre került új zártláncú gazdálkodás törvény egyik legnagyobb eredménye, hogy a gyártókat, termelőket – elsősorban a tartós fogyasztási cikk (gépkocsi, háztartási és szórakoztató elektronikai gépek) gyártókat – felelősségvállalás terheli a kibocsátott termékeik használati ciklusuk utáni időszakára is vonatkozóan. A zártláncú gazdálkodás felvállalása általában nem jelenti azt, hogy a gyártó közvetlenül részt vesz a használt termékek begyűjtésében, szétszerelésében, feldolgozásában, és maradék hulladék deponálásában.



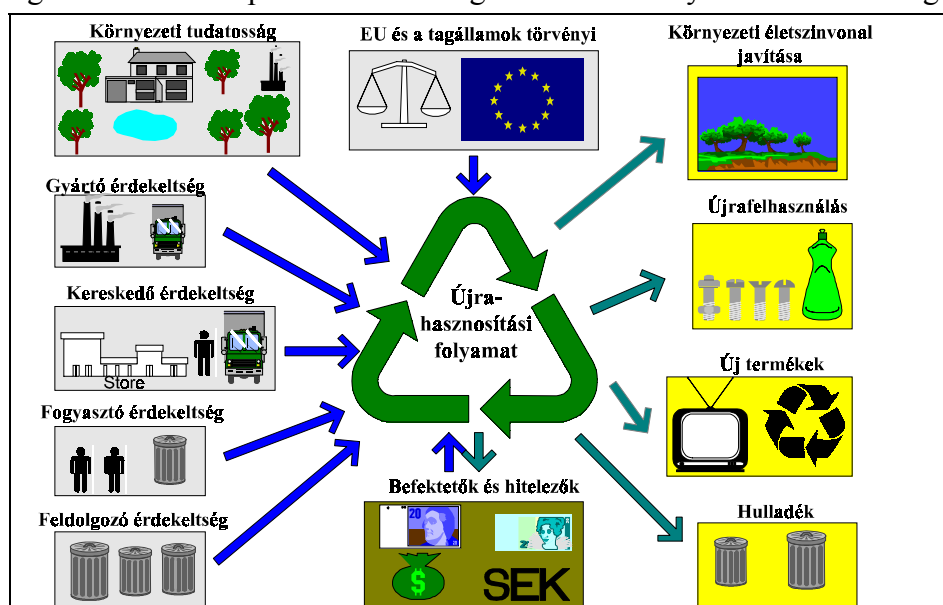
2.2. ábra. A fogyasztói termékek életciklusa a zárláncú gazdálkodásban

Ezen – a fő termelési vagy szolgáltatási funkciójától részben idegen technológiát igénylő – tevékenységeket elsősorban kezdeményezi és koordinálja az általa szerződötetett más vállalkozói szervezeteken keresztül. Ezek azonban olyan kapcsolatban állnak a gyártóval, illetve a márkaszervizeivel, ami a „lánc” működését piaci érdekeltségi alapon biztosítja.

A zárláncú gazdálkodás folyamata nem egyszerűen egy hulladékgazdálkodási megoldás, hanem egy átfogó tevékenység sorozat, mely nyomon követi a termék teljes életciklusát (lásd 2.2. ábra), így a folyamat során a következő piaci szereplők érintettek:

• Gyártók,	• Szervizek,
• Beszállítók,	• Begyűjtők,
• Áru forgalmazók,	• Feldolgozó berendezések gyártói
• Fogyasztók,	• Hulladékhasznosítók.

A zárláncú gazdálkodás szereplőinek érdekeltségét és az eredményeket a 2.3. ábra foglalja össze.



2.3. ábra. A zárláncú gazdálkodásban érdekeltek és eredményeik

2.2.1. Gyártók

A gyártókat a jogi megfelelésen túl motiválhatják a következő szempontok:

- *gazdaságosság*: a termelésközi hulladék minimalizálása, a gyártott termékek minél magasabb fokú újrahasznosíthatóságának elérése, mivel az elhelyezési költségek folyamatosan növekednek.
- *marketing szempontok*: a gyártó növelni tudja előnyét a konkurenciával szemben, ha környezetbarát termelést folytat és újrahasznosítható termékeket állít elő, mivel a piacon a fogyasztók, egyre inkább az ilyen szempontokat is figyelembe veszik.
- *folyamatos technikai-technológiai fejlesztés*.

A gyártókra előbb-utóbb mindenütt előírják termékeikre való gondoskodást az élettartamuk lejáratát után, így megkülönböztetett szerepet kell, hogy játszanak a zártláncú gazdálkodásban. A nagy multinacionális vállalatok már elkezdtek olyan termékeket gyártani, amelyek kialakítása kedvezőbb és egyszerűbb újrahasznosítást eredményezhet az életciklusuk lejártával, ezek látványos eredményeket csak 10-15 év múltán jelenthetnek a gazdálkodásban.

Az újrahasznosításnak már a termékfejlesztés kezdeti fázisában, a tervezésnél meg kell jelennie. A tervezőnek figyelembe kell venni, hogy az adott körülmények mellett, az adott termékénél, milyen újrahasznosítási stratégiát követ. A tervezőnek az újrahasznosításnak megfelelő termék kialakításánál – a környezetbarát szemléletet betartva – nemcsak a gazdaságos gyárthatóságra, hanem a gazdaságos újrahasznosíthatóságra is gondolnia kell.

A újrahasznosításnak megfelelő tervezést egy olyan munkacsoport végzi, amelyben nemcsak konstruktőr és gyártástechnológus, hanem logisztikai, minőségbiztosítási, környezetvédelmi és újrahasznosítási szakértő is jelen van. Ennek megfelelően az újrahasznosítás orientált termékfejlesztési folyamat háttérbázisa a mindenkori piaci viszonyok és törvények, a különböző tervezési ajánlások, az újrahasznosítási stratégiai módszerek, az adott termék életciklusa, a technológiai fázisok és maga a vállalati menedzsment. (2.4. ábra)



2.4. ábra A vállalati menedzsment környezetvédelmi feladatai

2.2.2. Beszállítók

Manapság már nemcsak a multinacionális vállalatok követelik meg a minőségi beszállítást, és az ehhez kapcsolódó szolgáltatásokat. Az ISO 9000-es szabvány sorozat után megjelent az ISO 14000 is, amely a vállalatok Környezetirányítási Rendszerének működtetését írja elő. A rendszerben jól körül határolt eljárásokkal lehet rögzíteni a beszállítókkal fenntartott igényeket.

Magyarországon jelenleg három cég auditálta környezetirányítási rendszerét az ISO 14001 követelményei szerint, és valószínűsíthető hogy az elkövetkezendő években egyre több cég alakítja ki, és auditáltatja saját környezetirányítási rendszerét.

2.2.3. Áru forgalmazók

Egy megfelelően kialakított termékelosztó hálózat, egyik legjobb eleme lehet a termék elhasználódása utáni begyűjtő rendszereknek. A forgalmazó kereskedelmi egységek szerződést köthetnek közvetlenül a gyártókkal vagy a begyűjtő szervezetekkel. Az elhasznált termékeket csereakcióban beszámítják az új termék eladásakor, így – közvetve – kimutatható az új eladott termék értékesítésének emelkedése.

2.2.4. Fogyasztók

A lánc „leggyengébb eleme” a fogyasztók érdekeltségének a megtalálása, ami talán a legnehezebb feladat. Bár az utóbbi időkben – főleg Nyugat-Európában – a fogyasztók környezetvédelem iránti érzékenysége fokozatosan emelkedett a környezeti hatások, az állami propagandák és a multinacionális vállalatok marketing politikája nyomán.

A fogyasztók az általuk használt tartós fogyasztási eszközeiktől csak nagyon nehezen válnak meg, még ha azok használhatatlanok is. Ezek a berendezések elkerülnek hétfélig házakba, padlásokra és rossz esetben illegális lerakóhelyekre, és az erdőbe. Sajnos Magyarországon még mindig nem alakult ki a fogyasztói társadalom érzékenysége a környezettudatos hulladékgazdálkodásra, bár igaz, hogy a tárgyi feltételek is hiányoznak mindehhez.

2.2.5. Szerviz hálózatok

A mai napig fontos láncszeme a gazdálkodásnak a különböző javító szolgáltatások tevékenységei. Az elromlott berendezések javításánál gyakran előfordul, hogy ezeket már megjavítani nem lehet, vagy egyes alkatrészeket vagy részegységeket kicserélnek. Így jelentős mennyiségek keletkezhetnek az elhasznált egységekből. A nagy gyártó cégek saját vagy szerződött szerviz hálózatot tartanak fel, ahol már jelenleg is alkalmazzák az elhasznált termékek begyűjtését. A begyűjtő vállalatoknak figyelembe kell ezt venni a hálózatuk kialakításánál, és szerződéseket kell kötniük a kiválasztott regionális szervizekkel.

2.2.6. Begyűjtők

A zártláncú gazdálkodás egyik kulcseleme a begyűjtő hálózat hatékony működtetése. Az egész gazdálkodás során a logisztikai költségek jelentős része itt jelentkezik, ami elérheti a 70%-ot is. Ezért nagyon fontos a megfelelő stratégia és eszközrendszer kialakítása a begyűjtési hálózat tervezésénél. A már bevezetett KKA rendszer első sikerei azt eredményezték, hogy megmozgatta az ilyen irányú piacot, és a meghirdetett programokra (csomagolóanyag, akkumulátor, gumibroncs, hűtőgépek) üzleti alapon kezd kialakulni egy begyűjtő hálózat. A rendszer hatékonyságához viszont még sok idő kell.

2.2.7. Hulladékhasznosítók

A legutóbbi időkig az volt a jellemző, hogy a begyűjtött hulladékokat deponálták, vagy égetőműben vitték energiakinyerés céljából. Külföldön a szigorodó törvények, a már említett hulladéklerakási költségek drasztikus növekedése és a másodnyersanyagok iránti piaci kereslet miatt, az utóbbi évtizedben fellendítette a hulladékhasznosítás körül kialakult piacot.

A hulladékhasznosítók körét alkotják a:

- hulladékválogatók,
- termékszét szerelők,
- alapanyag előkészítők,
- hulladékégetők,
- hulladék deponálók.

Magyarországon még mindig olcsóbb lerakni hulladékot, mint valamelyik hulladékhasznosítási eljárást alkalmazni. Habár a beindított KKA rendszer megmozdította a piac érdeklődését a hulladék begyűjtésére, de azok hasznosítása még nem indult meg. A legnagyobb eredmények a fémfeldolgozás területén van (*pl. ERECO*), mivel mind a hazai és mind a külföldi kohászatoknak nagy igényük van a jó minőségű másodnyersanyagra. Ezek a vállalkozások támogatás nélkül is rendkívül gazdaságos tevékenységek.

A probléma a kommunális, műanyag, gumi és az elhasznált tartós fogyasztási eszközök újrahasznosításánál jelentkezik. Ezek gazdaságos, hatékony feldolgozásához nélkülözhetetlen a szelektív hulladékgyűjtés bevezetése, valamint a szét szerelés orientált újrafeldolgozás alkalmazása.

2.3. A tartós fogyasztási cikkek újrahasznosítási lehetőségei

Az újrahasznosítás szakkifejezése fedi le mindazon tevékenységeket, ami az elhasznált termékek visszaforgatásával, újrahasznosításával és újrafelhasználásával foglalkozik. Az újrahasznosításnak három fő működési szintjét különböztetjük meg a 2.5. ábra szerint.

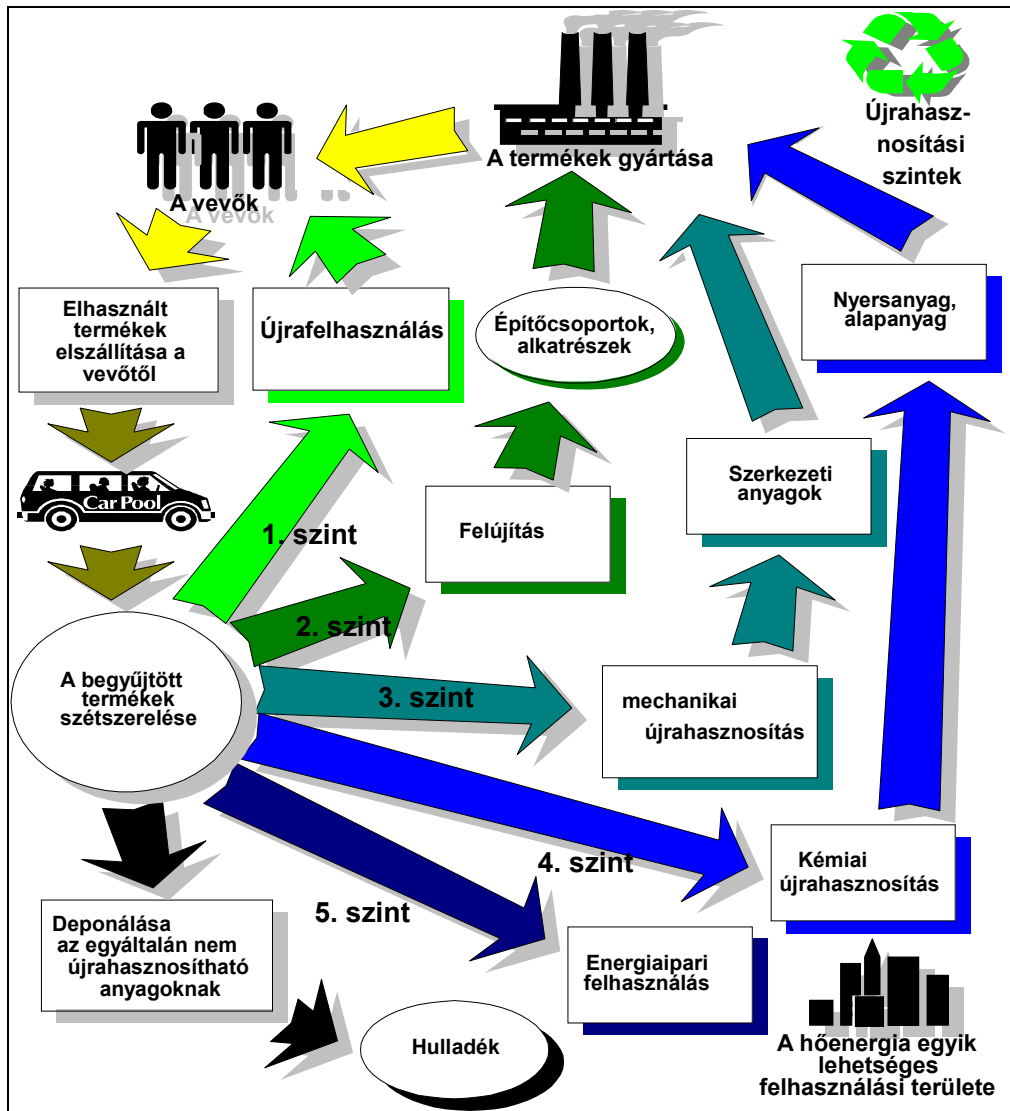
Az EU és OECD országokban meghirdetett a fenntartható fejlődésért program hulladékgazdálkodást érintő része foglalkozik az ún. „létra elvvel”, amely fontossági sorrendet állít fel a különböző hulladékkezelések között:

- megelőzés,
 - termék újrafelhasználás,
 - anyag és alkatrész visszanyerés,
 - energia visszanyerés,
 - égetés (energia visszanyerés nélkül),
 - deponálás.

Ez azt jelenti, hogy elsődleges a megelőzés és a termék újrafelhasználása, azután következik az alkatrészek, anyagok és az energia visszanyerése, egyesítve a visszamaradó anyagok környezetre ártalmatlan végső elhelyezésével (égetés, deponálás).

A létra elvet nem szabad dogmatikusan alkalmazni. Esetenként egy integrált környezeti hatásvizsgálat, mint például az LCA kimutathatja, hogy egy speciális anyag vagy termék esetében a fenti sorrendből kiindulni célszerű.

A recycling különböző szintjeit szemlélteti a 2.5. ábra, amely nyomon követi a termék életciklusát a „bölcstől a sírig”. Az LCA (Life Cycle Analysis) vizsgálati módszert, amely végigkíséri a termék szakaszait, figyelembe veszi és vizsgálja a termék használati fokát, *életciklus analízisnek* nevezi a nemzetközi szakirodalom.



2.5. ábra Az újrahasznosítási lehetőségek a termék életciklusa alatt

2.3.1. Termék (részegység, alkatrész) újrafelhasználás

A termék gyártási és felhasználási fázisa után törekedni kell arra, hogy a terméket újból- vagy tovább felhasználjuk, aszerint, hogy a termék alkatrészeit vagy részegységeit eredeti vagy eltérő, módosított funkcióra használjuk, ugyanazon vagy más jellegű termékben.

2.3.2. Alapanyag újrahasznosítás

Az elhasznált termék anyagát újból- vagy tovább hasznosítjuk, aszerint, hogy ugyanazokat az alapanyagokat vagy más szekunder-alapanyagokat készítünk. A továbbiakban vizsgáljuk meg az alapanyagként való újrahasznosítást különböző anyagok szerint.

2.3.2.1. Vasfémek

A különféle hulladékokból visszanyert vasfémek (különösen acélok) szinte bármilyen célra felhasználhatók, s ez ismételhető. Az acélművek részesevé a felhasználásból meghatározó (kb. 80%-os), így az acélgyártási technológiák szabják meg a vasfém hulladékokra vonatkozó mennyiségi és minőségi igényeket (az LD konverter ócskavas igénye maximum 30%, míg az elektroacél gyártás esetében ez az igény 60-80%).

A fogyasztási termékekből származó vasfém hulladék fő forrása a leselejtezett gépjárművek özöne, amelyet az ezredvég hulladékának is neveznek. Az elhasznált gépjárművek feldolgozása ma már csak nagyipari módszerekkel képzelhető el.

Annak ellenére, hogy a napjainkban forgalomból kikerülő gépjárművek tervezésénél az újrahasznosítás szempontjait még csak részben érvényesítették a shredderezett roncsok vasfém tartalmának közel 100%-a ismételtelen feldolgozható.

2.3.2.2. Nem vasfémek

Az alumínium (Al) hulladékok három nagy csoportba sorolhatók:

- fajtiszta hulladék
- kevert hulladék,
- idegen anyaggal szennyezett hulladék.

A csoportosítás egyúttal rámutat a hulladékkezelés, illetve újrahasznosítás nehézségeire is, arra, hogy az ötvözetek keresztbe szennyezhetik egymást, keveredve a visszanyerés során, továbbá arra, hogy külső szennyezés korlátozhatja a felhasználást.

Tekintettel arra, hogy a beolvasztás jelentősége különösen energiatakarékossági szempontból nagy (1 t elsődleges Al előállításának energiaigénye 6-9-szerese 1 t szekunder Al-énak), az alumínium visszanyerése olyan termékeknél is hangsúlyt kap, amelyek eddig szóba sem kerültek. A súlyponti kérdéseket a gépkocsikba szerelt – egyre növekvő mennyiségű –, valamint a csomagoló anyagokban (italos dobozok és tartósító dobozok) található alumínium anyagok visszanyerése jelenti.

A cink (Zn) az acél egyik legfontosabb korrózióvédelmi anyaga, a világ cink fogyasztásának mintegy 45%-át az acélok korrózióvédelmére használják fel. Ez azt is jelenti, hogy a cink tartalmú hulladék mennyiségének növekedése prognosztizálható, ugyanakkor jelentős a fejlődés a többrétegű védelemmel ellátott acélok, valamint a társított termékek irányába. A cink elkülönítése – különösen e fejlődési irányokban – nem oldható meg könnyen, ami az acélgyártást figyelembe véve nem is szükséges. Ennek oka az, hogy – szemben más elemekkel – a cink az acélgyártás technológiája során eltávozik.

Az ólom (Pb) jelentős részben a hulladék akkumulátorokban fordul elő. Ezek feldolgozását – savval szemben tömített konténerekben történő beszállítás után – zárt rendszerben célszerű végezni, amelynek eredményeként az ólom mellett műanyagok (PP, PVC), kemény gumi és kénsav is visszanyerhető. A legnagyobb nehézséget az ólom elkülönítése jelenti, amely beolvasztás, finomítás, ötvözés és öntés után használható fel.

A réz (Cu) esetében két probléma érdemel említést. Az egyik az, hogy a rézötvözetek skálája igen széles, a másik pedig az, hogy a réz gyakorta társított anyag részeként (például bevonat), vagy vegyes anyagú termékben (például kábel) fordul elő. Az előbbi probléma válogatással oldható meg, ami egy többlépcsős fémanalitikai feladat, az utóbbi esetben felvetődő kérdésekre pedig a kinyerési eljárások (szelektív kicsapás, savas eljárás, lúgos módszer) során kell és lehet válaszolni. A különböző ötvözetek beolvasztás után ismét felhasználhatók.

2.3.2.3. Műanyagok

A műanyagok egyre nagyobb szerepet töltenek be az élet minden területén. A különböző műanyag termékek közül az 1 évnél rövidebb élettartamúak (például csomagoló anyagok, gyógyászati eszközök) 20%-os, az 1-8 éves használati idejűek (például háztartási eszközök) 15%-os, a tartós alkalmazások (például járművek, építmények) pedig 65%-os részarányt képviselnek. Ugyanilyen tendencia tapasztalható akkor is, ha a felhasznált polimerfajták szerint végzünk elemzést. A PVC felhasználási aránya 23%, a PP 14%-ban, a PE-MD szintén 14%-ban, a PE-LD 20%-ban, a PS 8%-ban, az egyéb műanyagok pedig 21%-ban részesedik a teljes mennyiségből.

A műanyag hulladékok kezelésének, hasznosításának módszerei az alábbiak:

- a hulladékkeletkezés megalapozása, minimalizálása,
- fajta homogén hulladék anyagként történő hasznosítása mechanikai úton,
- vegyes hulladék anyagként történő hasznosítása mechanikai úton,
- kémiai úton történő hasznosítás,
- égetés energianyerés céljából,
- deponálás.

A kezelés és a hasznosítás nehézségei a következők szerint összegezhetők:

- az anyagként történő hasznosításnak kiviteli kötöttségei (ragasztott papírcímkék, fémmaradékok) és költség korlátai vannak,
- a fajta homogén hulladék anyagként való hasznosítása szelektív begyűjtést tételez fel, ami költséges, néha nem lehetséges, illetve nem célszerű,
- a vegyes hulladékokból mechanikai úton gyártható (fa- és betonhelyettesítő) termékek piaca korlátozott,
- mechanikai úton való feldolgozás ciklusainak száma véges,
- a műanyagok számos esetben egyéb anyagokkal társítva, s ez általában valamilyen inhomogenitást is maga után von,
- a kis tömegű, vékony falú műanyag elemek gyűjtése, s – tekintettel arra, hogy ezek gyakran szennyezettek – tisztítása általában nem.

A vegyes hulladék anyagként történő hasznosítása egyszerűbb és olcsóbb begyűjtést tesz lehetővé, ugyanakkor az így gyártható termékek igénytelen megjelenésűek, nagy méretűek és tömegűek általában. A jellegzetes eljárások az extrudálás, az ömledékpréselés és a ragasztásos újrahasznosítás. Alkalmazzák továbbá a mikro-homogenizálást és a habosítást is.

A kémiai úton történő hasznosítás előkezelést és osztályozást igényel, s szükséges a fémek (például ón, kadmium), valamint a PVC klórtartalma miatt a redukálás is. A gazdaságosság, vagyis az ilyen technológiát realizáló üzem nagyságrendje meghatározó kérdés.

Az energianyerés céljából való égetés lehetővé teszi az inherens energiatartalom kinyerését, a polimerizációba és feldolgozásba investált energia azonban elvész.

2.3.2.4. Gumi

A világ műanyag fogyasztásának 15-20%-a elasztomer, aminek kb. 35%-a természetes, kb. 65%-a pedig szintetikus gumi. A szintetikus gumi felhasználása kb. 60%-ban abroncsok céljára történik, s további 10% kerül egyéb alkatrészekben a gépjárművekbe. Nyilvánvaló tehát, hogy a gumi termékek közül a reprezentatív termék az abroncs.

A gumi (abroncs) hulladékok kezelésének, hasznosításának módszerei a következők:

- a keletkező mennyiség csökkentése,
- újrafelhasználás,
- újrafeldolgozás,
- égetés energianyerés céljából,
- deponálás.

A keletkező mennyiség csökkentése mindenképp előtérbe kerülő életciklus növelés útján realizálható. E kérdésben az abroncsgyártók és a felhasználók ellenérdekeltek, előbbiek a kisebb méretű és legfeljebb egy alkalommal újrafutóznak abroncsok (könnyű abroncsok) gyártását helyeznék előtérbe. Az újrafelhasználás az abroncsok esetében újrafutóznást jelent. Európában az ilyen abroncsok aránya 40%, Észak-Európában 65-70%, az Egyesült Királyságban azonban csak 35%, Észak-Amerikában pedig 60%.

Az újrafeldolgozás alapkövetelménye az aprítás, mivel a térhálósított anyag nem dolgozható fel újraalakítással. A műveletet az abroncsok szál- és acélszál erősítése nehezíti. A granulátum felhasználható műanyagok rugalmasabbá tételére (például sportpályák, padlóburkolatok), útfelületek rugalmasabbá tételére és rezgés csillapítására.

Az újrafeldolgozás másik útja a regenerálás, amely lehet devulkanizátoros, mechanikus, vagy szabad gőzben történő. A textilszálat tartalmazó hulladék feldolgozható szétválasztás nélkül, ha a késztermék ezt megengedi (például talpak, talpbetétek), illetve szétválasztás után.

Az energianyerés történhet pirolízissel, hidrogénezéssel, mono-gumi energia-berendezésekben más hulladékokkal való együttes elégetéssel, továbbá cementégető kemencében.

A gumi abroncsok deponálása a legkevésbé kívánatos, perspektíva nélküli kezelési lehetőség.

2.3.2.5. Üveg

Az üveg, pontosabban az üvegből készült termék, abban az esetben ha sérülésmentes, lényegében származástól függetlenül újrafelhasználható (például autó üvegek, üveg palackok). A sérült, továbbá higiéniai, egészségügyi stb. szempontok miatt újra fel nem használható üveg törmelékét az ülepítő ipar („üvegasszalt”), az építőipar („üvegbeton”, „üveghab”) és az üveg-ipari tudja hasznosítani, újrafeldolgozás útján.

Az üvegipar beolvasztás után, palackokat és ipari üvegtáblákat állít elő a hulladékból. A nyersanyag 10-50%-a törmelék, ami természetesen meghatározott minőségű és tisztaságú kell hogy legyen. Szükség lehet továbbá a szín szerinti szétválogatásra is, ha ez nem történik meg, akkor a hulladékból csak zöld színű üveg készíthető. Az elektronikai berendezésekből származó üvegtörmelék hasznosítható a fémes bevonattal együtt is (például Pb tartalmú üvegből készült edényzet nukleáris hulladék tárolására).

2.3.2.6. Papír

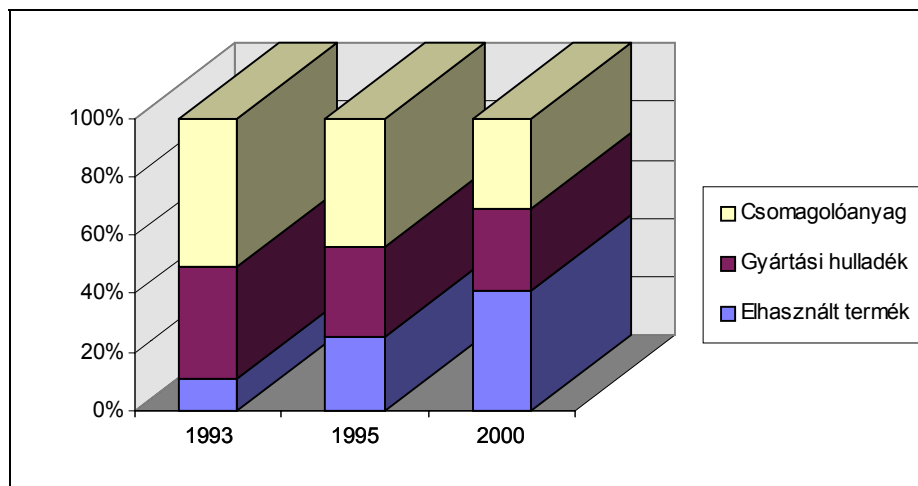
A papírhulladék – hasonlóan a már tárgyalt anyagokhoz – frakciókra bontható, így megkülönböztetünk újság, színes képeslap (színes újság, képeslap, prospektus, katalógus, irodai papír) és karton csoportokat. Újrafeldolgozási modellként két modellt szokás elkülöníteni, az egyszerű és a kézzelvezető modellt. Előbbi esetében csak azonos eredetű és minőségű papírhulladékot használnak, míg utóbbi esetében ez nincs így, a hulladék több frakcióból is származhat.

A papírhulladékot hasznosítja maga a papír ipar újságpapírok (kb. 30%-uk hulladék), csomagoló anyagok és hullámpapírok gyártására, az építőipar gipszkartonok előállításakor, a mezőgazdaság a cellulóztartalom takarmánnyá történő fermentációs feldolgozása során, továbbá – hasonlóan a gumi köszörléthez – a cellulóz rostok alkalmasak szennyvíztisztításra (olajmentesítés) is. Tekintettel arra, hogy a papírtermelés volumenéhez viszonyítva nincs szükség az összes papírhulladék feldolgozására, az égetés nem kis nagyságrendben fordul elő.

2.3.3. Gyártásközi újrahasznosítás:

A termék gyártási szakaszában is jelentős hulladék keletkezik. A nyersanyag-, és alapanyag előállító ipar hulladékai a legtisztább hulladék anyagok, mert a termelési ciklusban maradnak, és újrahasznosításuk nem okoz gondot. A feldolgozóipar hulladékait (pl. forgács), amennyiben válogatva gyűjtik, szintén gond nélkül visszaforgathatók. Nagyobb gondot okoz viszont, a gyártási segéd-, üzem- és maradékanyagok hulladékainak újrahasznosítása.

A gyártás során keletkezett selejtes termékek nagyságáról a gyártók természetesen nem adnak tájékoztatást. Ezek egyes szakértők szerint átlagosan 0,1-1,0% érték körül mozognak ágazatoktól függően. Ezen selejtes termékek, ill. alkatrészek egy része még javítható és visszakerülhet a technológiai folyamatba, nagyobb része viszont szétszerelésre, majd feldolgozásra kerül az újrahasznosító cégek bevonásával.



2.6. ábra Hulladék elhelyezési arányok tendenciái

2.4. Shredderező (aprító), szeparációs eljárás

A shredderező (aprító) eljárás foglalja magába mindazon tevékenységeket, melyek mechanikai erővel törik össze az anyagokat kisebb, egységesebb méretű darabokra. A szilárd kommunális hulladékoknak a tömegsűrűsége nem egyenletes, így shredderezéssel érhetünk el magasabb anyag homogenitást, tömegsűrűséget, és felület-térfogat arányt. A megnövelt sűrűség hatékonyabb szállítást és kisebb lerakóhely igényt eredményezhet (kb. 25-60% a megtakarítás). Ugyanakkor a szilárd kommunális hulladék méret csökkentése előírt követelmény az anyagkinyerési folyamatokat célzó szeparációs (válogató) eljárásoknak. Az összeaprított (shredderezett) hulladékot sokkal könnyebben lehet kezelni a szeparációs és osztályozási műveletekben. Ezen eljárások az anyag orientált újrahasznosítási körbe tartóznak.

Az aprító eljárásoknak több különböző változatai ismertek:

- kalapácsos malmok,
- darálók,
- pépesítők,
- „Guiolotine” vágók,
- granulátorok,
- vágómalmok, stb.

A következő szeparációs eljárások a legismertebbek:

- méret alapján válogatók, (vibrációs rácsok, rosták)
- sűrűség alapján válogatók, (lebegtető, levegős, zsilipes)
- nyomaték alapján, (vibrációs asztal, ballisztikus, ciklon)
- mágneses válogatók, (ferromágneses, örvényáramos)
- optikai elven válogatók, (infra-, röntgen sugaras), stb.

2.5. Szétszerelés orientált eljárás, mint a zártláncú gazdálkodás alapeleme

A 2.5. ábrán jelölt a termék újrafelhasználását megcélzó újrahasznosítás csak a begyűjtött elhasznált termékek környezetbarát szétszerelésével valósulhat meg. Az előzőekben ismertett aprító-válogató eljárásokkal kinyert másodnyersanyag tisztasága sosem érheti el a 100%-os anyagtisztaságot, és problémák merülnek fel a veszélyes anyagok feldolgozhatóságánál is. Ezzel szemben a szétszerelés orientált újrahasznosításnál – gondos előkészítés mellett – lehetőség van az értékes anyagok teljes kiválogatására, kinyerésére valamint egyes alkatrészek, részegységek újrafelhasználására (újraszerelesére, újragyártására), megfelelő minőség-biztosítási rendszer kialakítása mellett.

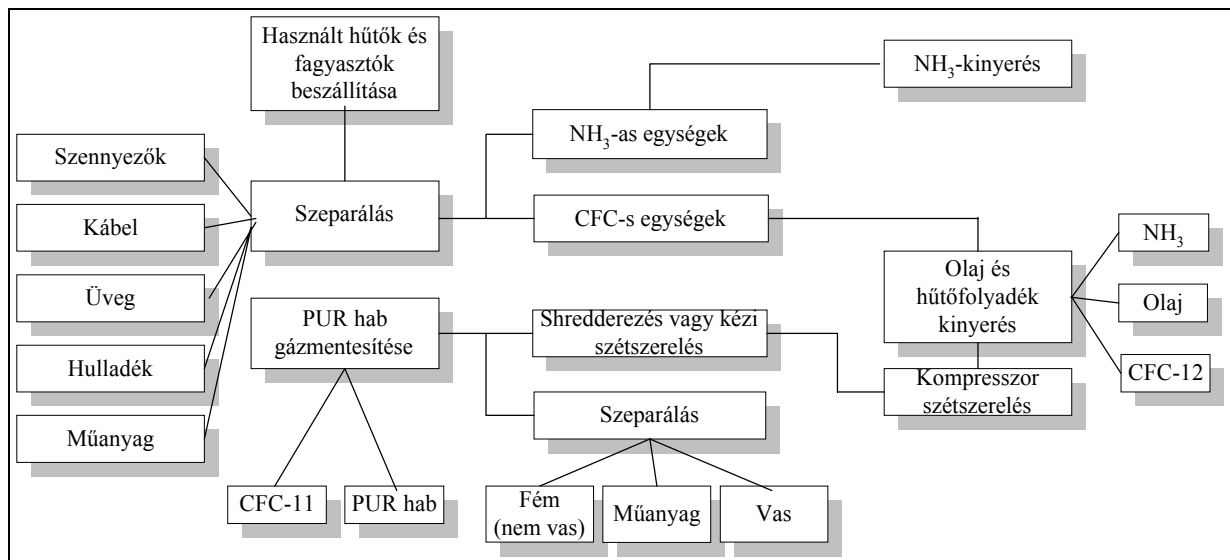
Magyarországon erre még kevés példát találunk, ilyen lehet a német tulajdonban lévő kecskeméti *Knorr-Bremse Fékrendszerek* gyára, ahol a Németországban begyűjtött termékeiket szétszerelik, majd a minőségellenőrzés (javítás, tisztítás) után az újrafelhasználható egységeket – főleg a fékrendszerek öntvényházait – újra beépítik az új termékeikbe. A zártláncú gazdálkodáson belül ezt a folyamatot „zártláncú gyártásnak” nevezi a szakirodalom.

Szétszerelés technikai megvalósítása történhet:

- kézi,
- gépesített,
- félig automatizált,
- teljes körűen automatizált módon.

Nyugat-Európában nagyrányú kutatás-fejlesztés indult meg a szétszerelési folyamatok integrált rendszerben történő automatizálására. Főleg a multinacionális cégek tehetik meg ezt az innovációt, a kis- és középvállalkozásokat pedig többféle támogatási rendszer segíti az ilyen irányú fejlesztéseket (EUREKA, BRITE-EURAM, ESPRIT). Az automatizálási rendszer rendkívüli előnye, hogy az emberi munkaerőt kiválthatja és a káros veszélyes anyagokat zárt rendszerben kezeli. Magyarországon az emberi munkaerő jelenleg összehasonlíthatatlanul olcsóbb a nyugatinál, így az automatizálás lehetősége csak a veszélyes anyagok kiváltásának alkalmazásánál jelentkezhet.

1997 végén beindul – az elnyert KKA támogatással – Törökszentmiklóson a Lehel Hűtőgépgyár Kft. hűtőgép feldolgozó üzeme, melynek technológiai lépéseit a 2.7. ábra szemlélteti.



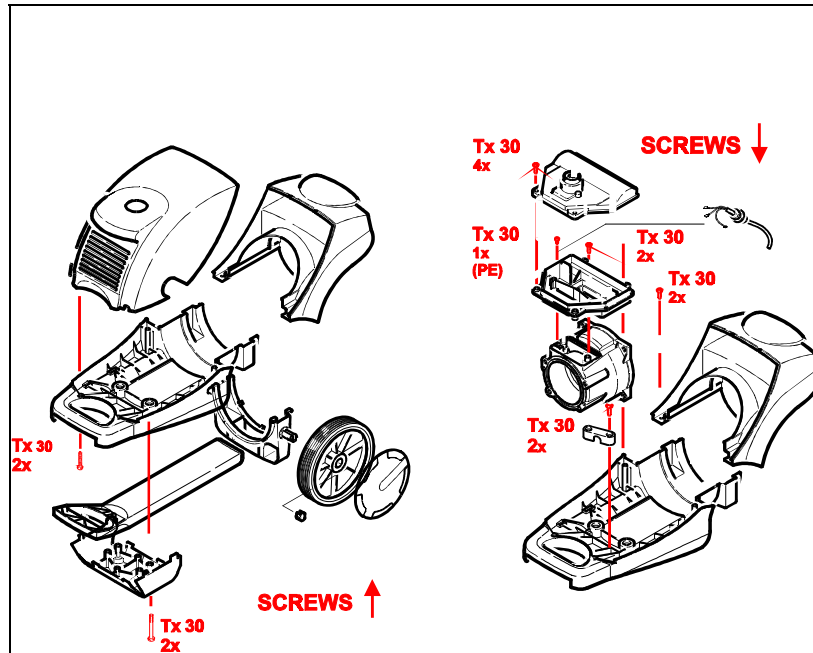
22.7. ábra A hűtőgép szétszerelés és újrahasznosítás technológiájának lépései

Egy megfelelően megtervezett szétszerelésnél, a terméktől függő szétszerelési sorrend meghatározásával a következő preferencia létezik:

- káros, veszélyes anyagok eltávolítása, tárolása
- újrafelhasználható részelemek kinyerése,
 - * hasonló funkciót ellátva, ua. vagy más termékbe beépítve,
 - * más funkciót ellátva, ua. termékbe vagy más termékbe beépítve.
- másodnyersanyagként újrahasznosítható részelemek kibontása,
- energianyerésre alkalmazható anyagok,
- maradék, tovább nem hasznosítható anyagok.

A szétszerelés technikája és műszaki-gazdasági háttere még nem közelíti meg az összeszerelésben mára elért magas színvonalat. Ennek egyik oka az, hogy a szétszerelendő termékről gyakran nem lehet tudni, milyen részeket, anyagokat tartalmaznak, olykor már a gyártó cég is megszűnt. A szétszerelésnek mechanikai akadályai is vannak (elkorrodált csavarok, megrongálódott alkatrészek, stb.). A szétszerelést nehezíti az a tény is, hogy a termékek többségét még akkor gyártották, amikor az újrahasznosításukra nem gondoltak a tervezés során. Így olyan anyagokat alkalmaztak, melyeknek újrahasznosítása nehezen oldható meg, a termékek szerkezetének szétszerelhetőségével nem számoltak, az anyagok – főleg a műanyagok – megjelölését az azonosítás miatt nem alkalmazták.

Az utóbbi években viszont – a várható jogi szigorítások és a piac hatására – elkezdődött az újonnan elkészült gyártmányok újrahasznosítás és szétszerelés helyes kialakítása, így ezen termékek elhasználódása után az újrahasznosítási feladatok már nagyságrendileg könnyebbé válhatnak. (2.7. ábra)



2.7. ábra Háztartási gép szétszerelés barát kialakítása
(Kärcher, tisztító berendezés)

2.5.1. Szétszerelés helyes kialakítás tervezési irányelvei a VDI 2243 szerint

A német mérnökök már 1993-ban elkészítették az újrahasznosításnak kedvező, szétszerelés helyes kialakítás irányelveit, melynek legfontosabb elemei a következő elvek betartása a tervezés során:

- a felhasznált szerkezeti építőanyagok számának minimumra csökkentése,
- az anyagminőségek megválasztása, amelyben segítséget adhatnak a kompatibilitási táblázatok,
- a vegyes anyagminőségű szerkezeti elemek használatának elkerülése,
- a felhasznált anyagok egységes jelölése,
- könnyű szétszerelést lehetővé tevő kötések tervezése,
- az értékes anyagok tiszta formában való kinyerésének biztosítása,
- a veszélyes és mérgező anyagok szelektív kinyerésének biztosítása,
- a folyadékkivonás egyszerűsítése,
- a különböző anyagok kombinációja hatásainak kiértékelése,
- ha az adott alkatrész, vagy részegység szétszerelés után újra beépíthető, akkor az élettartamából hátralévő idő alkalmassá tegye arra, hogy kiszolgáljon újabb terméke(ke)t,
- tisztítás helyes kialakítás, ellenőrzés, válogatáshelyes kialakítás,
- felújításhelyes kialakítás,
- kopás átírányítása az olcsó alkatrészekre,
- hozzáférhetőség,
- szabványosítás.

3. „Tisztább technológiák” kialakításának módjai

Magyarország EU csatlakozási folyamatában előtérbe került a magyar környezetvédelem helyzete, az ország tanulmány és az annak alapján készült minősítések – más ágazatokhoz és a társadalmi fejlődés eredményeihez viszonyítva – jelentős elmaradást jeleznek. Ez a minősítés nem lepte meg a környezetvédelem területén tapasztalattal rendelkező szakembereket, de a hatásokat elszenvető polgárokat, gazdasági szereplőket sem. A környezetvédelmi helyzetet bemutató tájékoztatások súlypontjai a maradandó környezeti károkat okozó természetátalakító tevékenységekre (pl. Bős-Nagymaros ügye) vagy az utólagos kárfelszámolást igénylő felfedezések bemutatására terjedt ki elsősorban. A környezetvédelmi kormányzati szervek látókörét alakító szakemberek ennél szélesebben értékelték a hazai környezeti terhelések alakulását, a létező szennyezések kezelését, a káros és szennyező anyag kibocsátását. Ennek igazolását láthatjuk abban, hogy a környezetvédelmi területen kiadott alapvető és az azok végrehajtását segítő törvények (pl. termékdíj bevezetése, környezetterhelési díj érvényesítése) döntő hányadukban eurokonform jogalkotási tevékenységnek tekinthetők.

A törvények érvényesítésének szempontjából meghatározó jelentősége van – az 2. fejezetben tárgyalt „zártláncú” gazdaságra való törekvésen túlmenően – azon folyamatoknak, amely az „end-of-pipe” típusú szennyezések kezelésére és ezek korlátozására irányul. A főbb szennyezések (szennyvíz, levegőszennyezés, zaj kibocsátás, stb.) kezelésére országos programok indultak (pl. szennyvíz program stb.), de a kibocsátás csökkentésére irányuló szabályozások csak az utóbbi időben kényszerítik a „szennyezőket”. Ezen befolyásolás egyik legújabb, hatékonyan ígérkező eszköze a környezetterhelési díj napjainkban történő bevezetése. Ezen törvény által kifejezett törekvések egyik hatása az ún. tisztább technológiákra törekvés ösztönzése.

3.1. Mit jelent a „tisztább technológia” kialakítása?

A tisztább technológiákra törekvés a hagyományos környezetvédelmi technológiákkal és gyakorlatokkal való összehasonlítással értelmezhető és jellemzői ez alapján határozhatók meg. A gyakorlatban elterjedt hagyományos környezetvédelmi technológiák többnyire a meglévő hulladék és emissziók kezelésével (pl. filter technológia, szennyvízkezelés, szeparációs, hulladékégetés, stb.) foglalkoztak. Mivel ezen megközelítés a termelési folyamat végével kapcsolatos kibocsátással foglalkozik, ezért ezt csővégi (end-of-pipe) technikának is szokás nevezni. A csővégi megoldások lényegében további kiadásokat jelentenek a vállalatoknak (bírságok, terhelési díjak, kezelési költségek, hulladék elhelyezés, stb.) és a kezeléssel foglalkozó önkormányzatoknak, illetve az állami költségvetésnek. A környezetkárosító hatások csökkentése mellett jelentős költségkímélés érhető el a „csővégi szennyezések” mennyiségi csökkentésével. Ezen törekvés még akkor is indokolt, ha figyelembe vesszük, hogy a „csővégi szennyezések” kezelésére – részben állami eszközökkel is támogatva – több vállalkozás is alakult az utóbbi 10 évben. Ezek száma kb. 250-300-ra becsülhető.

A tisztább termelés (technológia) a nemzetközi fogalomrendszerben (cleaner production) célja az, hogy integrálja a környezetvédelmi szempontokat a termelési folyamatban azért, hogy egyidőben csökkenjen a hulladék és az emisszió kibocsátás, a költségekkel együtt. A törekvés egyenes következménye a természeti erőforrások kihasználásának csökkentése is. Összehasonlítva a hulladék elhelyezéssel és a csővégi technológiákkal, a tisztább termelés a következő előnyöket rejti magában:

- A tisztább termelés az anyagmennyiség és az energia-felhasználás csökkentését eredményezi, amely egy hatékony gazdasági megoldást jelenthet.
- A termelési folyamatok intenzív feltárása, a hulladék és emissziók csökkentése általában egy innovációs folyamatot indít el a vállalatban belül.
- A felelősség vállalás az egész termelési folyamatra feltételezhető, így a környezetvédelmi kötelezettségek és a hulladék elhelyezés területén a rizikó csökkenthető.
- A hulladék és emisszió csökkentés egy további lépést jelent a fenntartható fejlődés felé.

Amíg a hagyományos hulladékgazdálkodás

Mit kezdünk a meglévő hulladékkal és emisszióval?

kérdést teszi fel, addig a tisztább termelésnél ez a kérdés így fordul elő:

Honnan származik a hulladékunk és az emisszióink?

Miért lett belőlük egyáltalán hulladék?

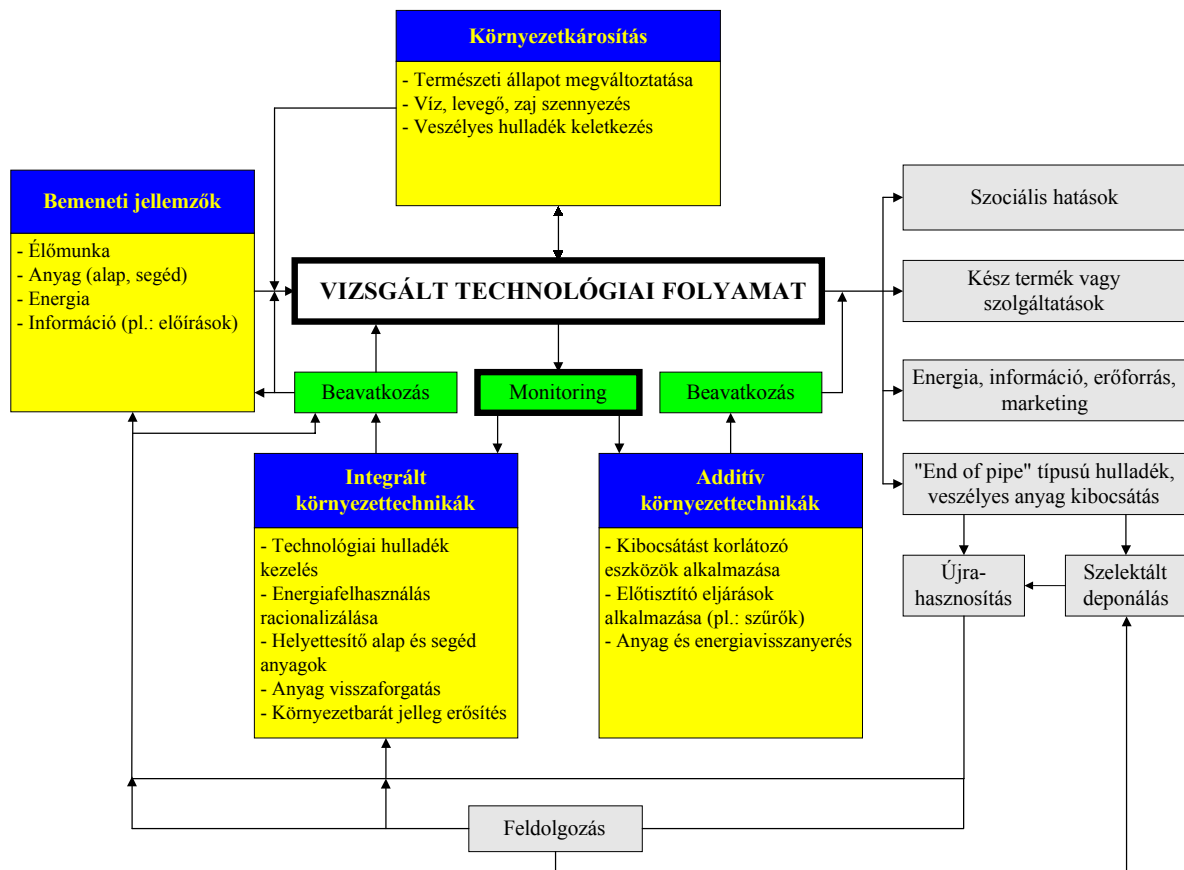
Éppen ezért a meglévő különbség azon a tényen alapszik, hogy a tisztább termelés nem egyszerűen a jelenséget kezeli, hanem megpróbál a probléma forrásához, gyökeréhez visszamenve megoldást találni, ezáltal lecsökkenteni az „end of pipe” típusú kibocsátást.

A 3.1. sz. táblázat néhány jellemző összehasonlításával összefoglalja a csővégi technológiák és a tisztább termelés közötti különbséget a termelés integrált környezetvédelem szempontjából.

Az összehasonlítás megtételénél figyelemmel kell lenni arra a tényre, hogy az „end of pipe” típusú szennyezések kezelése az összköltségek 75%-át teszi ki, a maradék 25% fordítódik a „tisztá technológiák” fejlesztésére. Ez utóbbi hányad mértéke az OECD és EU országokban évi 2-3 %-kal növekszik. A fejlődés tehát a „tisztá technológiák” vonatkozásában egyértelműnek ítéltető.

Csővégi (end of pipe) technológiák	Tisztább termelés (technológiák)
<ul style="list-style-type: none"> • Hogy kezelhetjük a meglévő hulladékot és emissziókat? 	<ul style="list-style-type: none"> • Honnan származik a hulladék és az emisszió?
<ul style="list-style-type: none"> • Reakció (esemény követés) 	<ul style="list-style-type: none"> • Akció
<ul style="list-style-type: none"> • Általában pótlólagos költségekhez vezet 	<ul style="list-style-type: none"> • Segít a költségek csökkentésére
<ul style="list-style-type: none"> • Hulladék és emisszió korlátozása filterek és tisztító egységek által, • „End-of-pipe” megoldások, • Javítási technológia, • Emisszió tárolása 	<ul style="list-style-type: none"> • Hulladék és emisszió megelőzés a forrásnál, • A potenciálisan mérgező folyamatok és anyagok elkerülése.
<ul style="list-style-type: none"> • A környezet védelme csak a termékek és folyamatok kifejlesztése után kerül sor. 	<ul style="list-style-type: none"> • A környezet védelme egy integrált részt képez a termék- és termelésstervezés folyamatában.
<ul style="list-style-type: none"> • A környezetvédelmi problémák csak technológiai szempontból vannak megoldva. 	<ul style="list-style-type: none"> • A környezetvédelmi problémákat több oldalról közelítik meg.
<ul style="list-style-type: none"> • A környezet védelme a hozzáértő szakértők feladata 	<ul style="list-style-type: none"> • A környezet védelme mindenki feladata
<ul style="list-style-type: none"> • Növeli az anyag és energia fogyasztást 	<ul style="list-style-type: none"> • Csökkenti az anyag és energia fogyasztást
<ul style="list-style-type: none"> • Megnövekedett komplexitás és rizikó 	<ul style="list-style-type: none"> • Csökkentett rizikó és megnövelt átláthatóság
<ul style="list-style-type: none"> • A környezet védelme a jogi követelmények teljesítéséből adódik 	<ul style="list-style-type: none"> • A környezet védelme, mint egy állandó kihívás jelentkezik

3.1. táblázat Összehasonlítás az „end of pipe” és a tisztább termelés jellemzői között



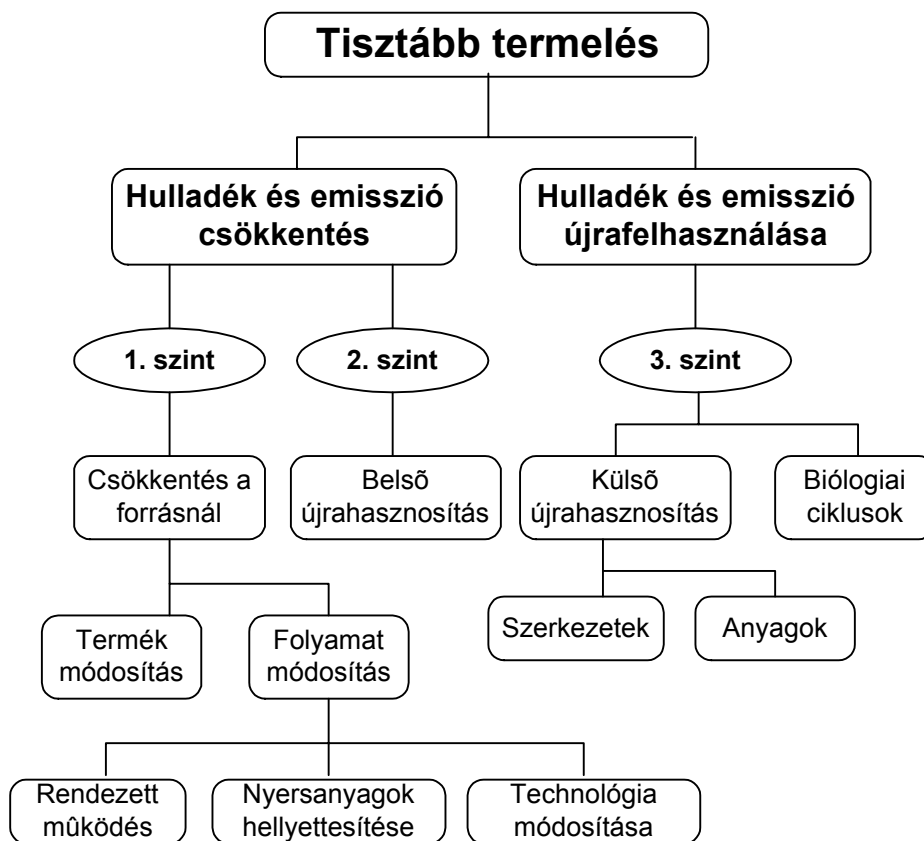
3.1. ábra Technológiai folyamatok környezetszempon-tú vizsgálata

Foglaljuk össze egy általánosított jellemzőkkel bíró vizsgálat technológiai folyamat be- és kimeneti kapcsolódási pontjait és eredményeit, valamint azon tényezőket, amelyek a vizsgált technológia környezetvédelmi szempontú vizsgálatában meghatározó. A 3.1. ábrán a technológiai rendszer be- és kimenetének elemzésén túlmenően jelezzük, hogy az additív környezettechnikák elsősorban a kimenteket megelőzően kapcsolódnak a folyamathoz, míg az integrált környezettechnikák a folyamat bemenetétől kezdve (pl. anyag előkészítés) kísérik és épülnek be a technológiai folyamatokba. Az ábra jelzi, hogy a környezettechnikák csak hatékony monitoring rendszer és eredményes beavatkozó rendszeren keresztül kapcsolódhat a vizsgált technológiához.

A tisztább technológiák fontosabb jellemzőit a 3.2. ábrán feltüntetett struktúra szerint tárgyalhatjuk.

Az első szint a forrásnál való problémafeltárást jelenti, ezek:

- Termékstruktúra, termékmódosítások
(helyettesítő anyagok alkalmazása, hosszabb élettartamú elemek beépítése, újrahasznosított (másodlagos) alapanyag-felhasználás, ökológiai tervezésre való áttérés, pl. design for recycling, gyártási részfolyamatok beszállító rendszerekbe való kitelepitése, stb.)
- Technológiai folyamatok változtatása, illetve cseréje
(energiatakarékosság, veszteségek csökkentése, segédanyagok helyettesítése, visszaforgatása, a folyamat paraméterek befolyásolásának növelése, monitoring rendszer és gyors beavatkozás kialakítása, stb.)
A technológia tisztaságának fokozása csak bizonyos korlátokig tehető meg, hiszen pl. a gyógyszer- és élelmiszeriparban nem engedélyezett a segédanyagok visszaforgatása.
- Nyersanyag és alapanyagok helyettesítése, a káros anyag tartalom minimalizálása, átvételi teljes körű minőségbiztosítás teljes körű kiterjesztésével (ISO 9000-es szabványok betartása)



3.2. ábra A tisztább technológia (termelés) megoldási szintjei

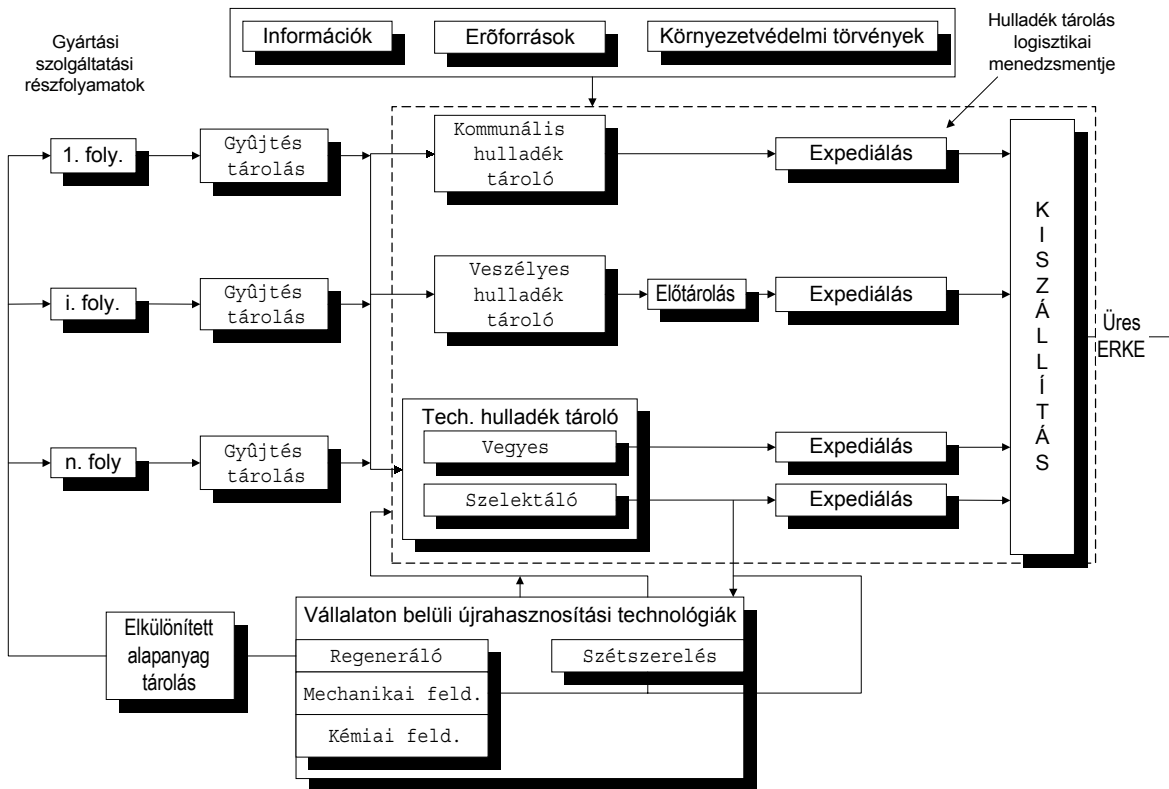
A gyártásközi hulladékok technológiai hulladék keletkezését nem tudjuk elkerülni az előbb felsorolt intézkedésekkel, ezeket a termelésbe visszaforgatva (recycling) lehet újrahasznosítani (belső újrahasznosítás, 2. szint), amely történhet:

- visszaforgatás az eredeti termelési folyamatba,
- azon termékek visszaforgatása, melyek egy másik termelési folyamat alapanyaga lehet,
- további felhasználással, eltérő céllal (downcycling), vagy
- kinyeréssel és egy maradék anyag részleges használatával.

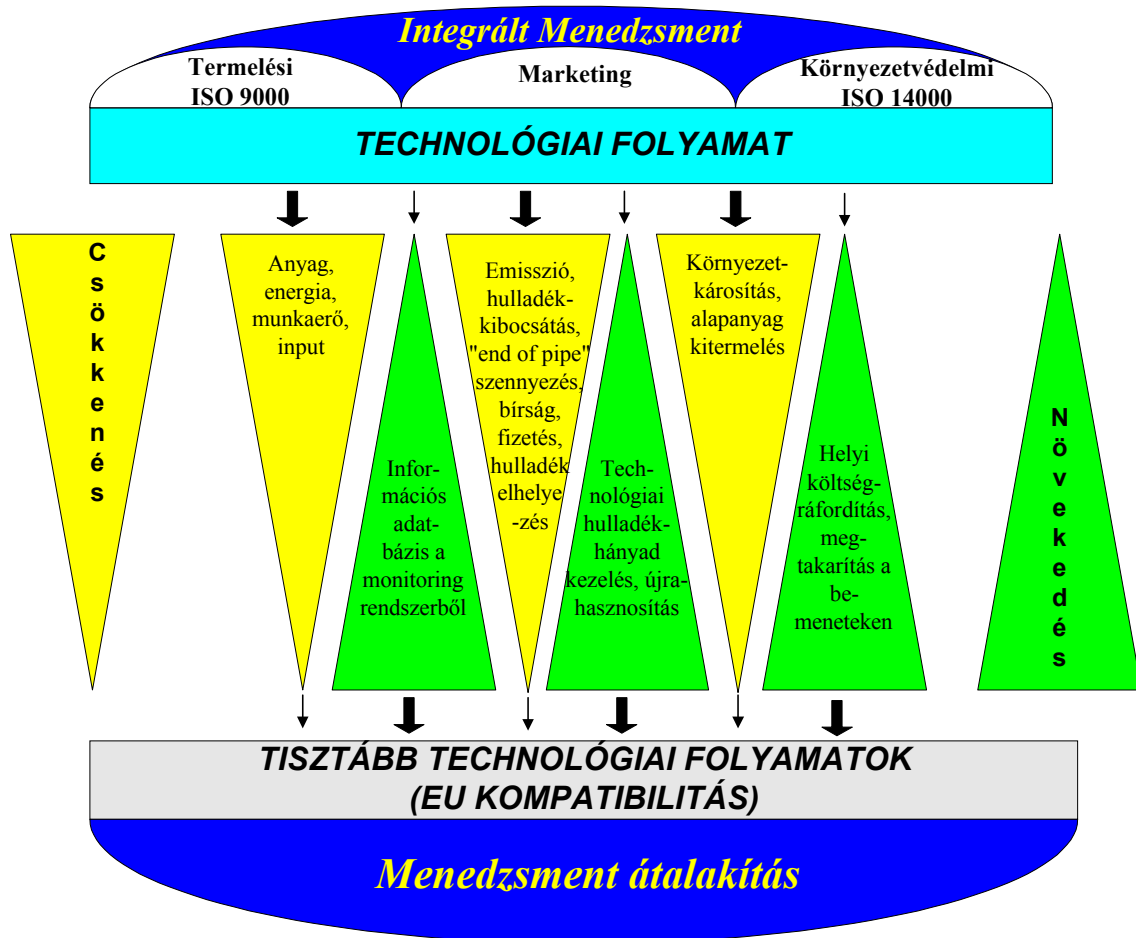
A gyártási vagy szolgáltatási folyamat technológiai hulladékképzési és kezelési folyamatát a 3.3. ábra mutatja be.

A 3.2. ábra 3. szintje már a vállalaton kívüli hulladékkezeléssel, újrahasznosítással és deponálással foglalkozik, a tiszta technológia vonatkozásában e területen elsősorban a feldolgozás után az eredeti technológiába visszaforgatott anyagok figyelembe vétele szükséges.

A „tisztább technológia” megvalósítása, a folyamatban résztvevők teljes körének feladatát koordináló menedzsment feladata. Az integrált menedzsment rendszerből ki kell emelni:



3.3. ábra Technológiai hulladékkezelés



3.4. ábra Átmenet a tiszta technológiába

- A termelésirányító menedzsmentet, amely a minőségbiztosítás elvein (ISO 9000) építkezve gondoskodik a termelés megszervezéséről, a szempontrendszerek, mint feltételek integrálásáról és azok betartásáról.
- A marketing menedzsment új szegmensévé vált a vállalat környezetirányítási rendszerének bemutatása, a termékek és termelési folyamat „környezetbarát” jellegének bemutatása a vásárlók felé. Az áruk értékesítési adataiban egyértelműen kimutatható a növekedés, amennyiben sikeres környezetvédelmi tevékenységet tudnak reprezentálni (pl. védjegyek megszerzése, újrahasznosíthatóság, természetvédelmi tevékenység szponzorálása, stb.).
- A környezetmenedzsment a vállalatok legdinamikusabban fejlődő tevékenységeit és szervezeteit egyesíti, amelyek elsősorban az ISO 14000-es előírások alapján olyan környezetpolitikát tűznek ki célul, amelyek alkalmasak a cég környezetvédelmi auditálásának megszervezéséhez szükséges feltételek teljesítésére.

A felsoroltak figyelembe vételével a 3.4. ábrán foglaltuk össze a tisztább technológiába való átmenetelnél jelentkező mindazon paramétereket, amelyek növekedése és csökkenése várható az átállítás során. Ezen paraméterek halmazából állítható össze a gazdaságossági értékelés és a környezetvédelmi előírások betartásának színvonalát értékelő paraméter rendszer.

3.2. A technológiai folyamatok értékelése a tisztább technológiai célok eléréséhez szükséges eszközök meghatározása érdekében

A háztartások kivételével a környezetszennyezést jelentő kibocsátás (emisszió, hulladékkezelés) 88%-át hazai viszonylatban a következő termelési, illetve szolgáltatási szektorok adják (hasonlóan az EU országokhoz):

- bányászat
- kohászat
- vegyipar
- energetikai ipar
- gépipar
- közlekedés, szállítás, logisztika
- építőanyag ipar, építőipar
- élelmiszer- és könnyűipar

Ezen ágazatokon belül csak azokra az iparágakra kell figyelmünket irányítani, amelyek túljutva a privatizáció folyamatán, hosszabb távon stabil működés feltételeit biztosítottak látják. Javasolt módszereinket és értékeléseinket is ezen iparágakra és szolgáltatásokra fókuszáljuk.

3.2.1. A tiszta technológia érdekében alkalmazandó környezettechnikák áttekintése

A környezetvédelmi technikák az alábbi kategóriákba sorolhatók:

- Utólagos környezetvédelem (a már megtörtént környezetszennyezések feltárására és felszámolására irányul). A szanáló technikára, az újrafeldolgozásra, a fertőtlenítésre és ártalmatlanításra kiemelten jó példa a Lehel–Electrolux gyárban végrehajtott „nagyதாகarítás” elnevezésű projekt során elért eredmény.
- Kompenzáló környezetvédelem a meglévő szennyezéseket nem számolja fel, de károsító hatását különféle eszközrendszerrel enyhíti vagy közömbösíti (pl. autópálya zaj korlátok építése, biotechnológiai elvű védekezés és lebontás elősegítése, stb.).
- Megelőző környezetvédelmi technikák irányulnak a technológiai folyamatok emisszió és hulladék-kibocsátás mértékének forrásoknál történő korlátozására (pl. lásd. a 3.1. fejezet 1. szint elemzésénél).

- Környezetfigyelési (monitoring) technikák, amelyek a felügyelet folyamat adatainak rendszeres megszerzésére, kiértékelésére és ezek alapján jelzések meghatározására alakulnak.

A 3.1. pontban rögzítettek szerint a felsorolt előbbi két technika az additív környezettechnika része, míg az utóbbi két technika inkább az integrált környezettechnika területén kerül alkalmazásra.

A kétféle technika összehasonlítása a technika, a gazdaságossági és a ráfordítási paraméterek alapján lehetséges (3.2. táblázat).

Összehasonlítási terület	Összehasonlító jellemző megnevezése	Jellemző környezettechnikák	
		Additív	Integrált (tisztá techn. érdekében)
T e c h n i k a i	Technikai illesztési lehetőség	Egyszerűbb	Összetettebb
	Technikai kompatibilitás megléte	Illesztéssel megoldható	Csak a technológiával illeszthető eljárás
	Kapacitás érzékenység	Nem jellemző	Rendkívül érzékeny
	Monitoring kiterjesztésével adódó többletfeladatok	Alacsonyok	Az integráció miatt jelentősek
	Kibocsátások kezelésének hatékonysága	Nagyrészt átmeneti, kisebb részt végleges	Végleges
	Energia és anyagfelhasználás hatékonysága	Alacsonyabb	Magasabb
	Környezeti problémák kezelésének spektruma	Korlátozott	Minden problémára kiterjeszhető
G a z d a s á g i	Gazdasági többletköltség a fajlagos kibocsátás alapján	Kisebb mértékű	Jelentősebb mértékű
	Beruházás megtérülés meghatározhatósága	Egyértelmű	Nem választható külön a technológiától
	Termelési költségekre gyakorolt hatások	Egyértelműen meghatározható	A technológiával integráltan jelentkezik
	Hatóságok által jóváhagyott normák értékelése	Egyértelmű	Csak bizonyos paraméterek esetében biztosított
t f á e m j o l g ó a d t é á s s a	K+F tevékenység támogatása	Kiemelt alapok képzésével	Vállalkozások erőforrásaitól függően, külső alig
	Tudati erősítés a menedzsmentrendszerben	Elfogadható	Csak az innovatív vállalkozásoknál mutatható ki
	Állami pályázati eszközök igénybevétele	Lehetséges	Nem lehetséges
	Technológiákkal való fejlődés kapcsolata	Kevésbé szoros	Szoros, csak integrált szemlélettel és fejlesztéssel

3.2. táblázat

3.2.2. A tipikus technológiák értékelési módszerei a környezettechnikák alkalmazhatóságának vizsgálatához

A 3.2. pontban jeleztük azokat az iparágakat, amelyek technológiai értékeléséhez szükséges olyan módszerek alkalmazása, amelyek:

- alkalmasak az integrált környezettechnikák alkalmazásának megítélésére,
- az európai országok gyakorlatában elterjedt technológiák kibocsátásainak (hulladék, emisszió) mértékével való összehasonlításhoz.

A következőkben ezen értékelésekre teszünk javaslatokat, melyeket példákon keresztül illusztrálunk.

A **bányászat** területén együtt tárgyalható a kimeneten jelentkező környezeti hatás és – alapanyag kitermelő iparági jellegének megfelelően – a természeti környezet megváltoztatására vonatkozó hatása. Az *1. mellékletben* összesítettük a bányászati részterületek (technológiák) környezeti hatásait és a rekultiváció és újrahásznosítás lehetőségeit. A táblázatban szétválasztottuk a belső és külső regionális és lokális hatásokat és azt egy 1-20-ig tartó pontrendszerrel értékeltük, a különböző környezeti hatások szerinti jelenségeket. A **kohászat** esetében egy input és output analízisre és a belső újrahásznosítás mértékére utaló anyagmérleg értékelést mutatunk be. A technológiai eljárásoknál bemutatjuk input oldalon:

- az alapanyag
- segédanyag
- energia-bevitel

mértékét, a kimenő oldalon:

- a késztermék
- melléktermék
- hulladék

képződésének mértékét, valamint a technológiai folyamatban visszaforgatott anyagok mennyiségét 1000 kg késztermék kihozatalra vonatkozóan (*2. sz. melléklet*).

A **gépipar** technológiai folyamataiban elsősorban a segédanyagok kibocsátása jelenthet potenciális szennyezési forrást, ezenkívül a fő szennyezéseknél a zajhatásokat kell kiemelni. A kenőanyagok és emulziók (pl. hűtő-kenő folyadékok) kezelése korszerű tisztító eljárásokkal kezelhető (szűrés, regenerálás), a tiszta technológia vonatkozásában jelentősek a helyettesítő anyagok alkalmazásai, amelyek kevésbé veszélyes kategóriákba tartoznak. A zaj terhelés csökkentése a forrásnál vagy a terjedés közben lehetséges. A zajscsökkentés módjai a forrásnál:

- megfelelő telepítéssel a források szeparálása,
- zajszegény gépek és berendezések alkalmazása,
- munkaszervezés,
- sugárzott zaj csökkentése hangelnyelő megoldásokkal.

Az **elektrotechnika-elektronikai ipar** említése azért szükséges a tisztább technológiák esetében, mert olyan „alattomos” környezeti hatásokat jelentenek, amelyek szabályozására sem a törvényalkotók, sem a felhasználók nem fordítanak megfelelő figyelmet, mert jelenségeik nagyrészt érzékelhetetlenek. A magyar villamos energia termelő ipar teljes egészében EU kompatibilis, amit az 1985 óta egységesen bevezetett szabványok írtak elő (*3.3. táblázat*).

Szint	Általános szabvány	Elektrotechnikai szabvány
Világ	ISO Nemzetközi Szabványosítási Szervezet	IEC Nemzetközi Elektrotechnikai Bizottság
Európai	CEN Európai Szabványosítási Bizottság	CENELEC Európai Elektrotechnikai Szabványkidolgozó Bizottság
Hazai Országos	MSZ Magyar Szabványügyi Hivatal	MSZ EN 61000 szabvány

3.3. táblázat

Az **energiaipari** környezeti hatásokat a bányászati fejezetben elemeztük. Az energetikai ipar környezeti hatásai (CO₂ kibocsátás, pernye képződés) nagyrészt additív környezettechnikai eszközöket igényelnek, a tiszta technológiával analóg környezetkímélő törekvés a szinusz hullám eltorzulás és a „flicker” jelenség minimálisra csökkentése.

A **közlekedési és logisztikai** ipar és szolgáltatás esetében elsősorban az egyedi eszközök rendszerbe integrálása alapján értelmezhető a technológiai folyamat, amely alapvetően térbeli transzformációs folyamatot jelent. A közlekedési rendszerekben mozgó járművek emisszió kibocsátása a lakosság által is érzékelt nyilvánvaló környezetszennyezés. Ehhez járul a közlekedési pályák, utak, parkolók, állomások, repülőterek üzemeltetésével kapcsolatos környezetkárosítás.

E területen korszerű VÁM üzemeltetési, műszaki állapot felülvizsgálati rendszer segíti elő a járművek környezetvédelmi szempontból történő kondíció tartását. A katalizátor alkalmazás ösztönzése, a zöld kártya bevezetése érzéketi hatását, bár a tiszta technológiához vezető igazán hatékony megoldás az előregedett járműpark lecserélésének ösztönzése lenne. A másik törekvés a települések szennyeződésének csökkentését eredményező elkerülő utak, illetve az országos autópálya hálózat kiépítése, amelyek nagyobb átbocsátó képessége csökkentenék a településekre jutó szennyezéseket. A vasúti-közúti kombinált szállítás, a városok jobb forgalomszervezése a tiszta technológiákkal azonos eredményeket hoz további kiterjesztés esetén.

A **vegyipar** azon iparágak közé tartozik, amelyre elsődlegesen hatnak a környezetvédelmi megfontolások. Egyaránt jellemző a csővégi szennyezés kezelése és a tiszta technológiai törekvés jelenléte. Ezen összefoglaló kapcsán a vegyipar keretében vizsgálni kell a kőolaj feldolgozást, a műtrágya és növényvédő szer gyártást a műanyag gyártást, a gumiipart, a gyógyszer és kozmetikai ipar nagyrészt stabilizált iparágait.

A teljes ipari termelésben a vegyipar részesedése 20%, ami a „tisztább technológiák” bevezetése esetén nagyságrendben jelentkező szennyezés csökkenést eredményezhet. A vegyiparban a gáz halmazállapotú (SO₂, CO₃, H₂S, NO, NO₂, No_x, NH₃, HF, Hcl, Cl₂, CO, CO₂, CH-k) és szilárd szennyezők (üledő por, szállópor, kén-dioxid) kerülnek ki a technológia folyamán a légterbe. A legjelentősebb szennyező No_x vonatkozásában a kőolajipar nélkül 10.000 t a kőolajiparral együtt 40.000 t/év mennyiség kerül ki.

A szennyezések egy részét az oxidáció átalakítja és a csapadék kimossa, de vannak olyan szennyezők (pl. NO₂), amely 100-200 év időtartamig tartózkodnak a levegőben. A vegyipari víztisztítás általában megoldott, a visszaforgatásban legnagyobb mennyiséget a hűtővíz

visszakeringtetés (95%) képviseli. A vegyiparban képződő hulladékokból kb. 313.000 t I. osztályú veszélyes hulladék képződik, amelynek 1/3-a a gyárkapun belül kerül felhasználásra.

A vegyiparban a termelési hulladék újrahasznosítása korlátozott a veszélyességi osztályba sorolás miatt, elsősorban (maradék vegyületek, nehézfémek előfordulása, stb.). Kimondható, hogy a vegyipari technológiák harmonizált technológiai általában technológiai cserével és nem integrált környezeti technikával érhetnek el eredményeket.

A tipikus technológiai folyamatok elemzésével megoldható a „tisztább technológiára” való átállás értékelése az input és output és belső újrahasznosítási hányadot tartalmazó anyagszám alapján. Ehhez értelmezzük a hagyományos technológiai részfolyamatok (\underline{A}^H), a tiszta technológiák (\underline{A}^T) és az európai szabványokat tartalmazó (\underline{A}^{EU}) paraméterek mátrixait. Az értelmezés és leíró mátrix struktúra a következő:

$$\underline{A}^H = \begin{array}{c} \text{Technológiai} \\ \text{részfolyamatok} \end{array} \begin{array}{c} \text{Kibocsátások} \\ \text{Emissziók} \quad \text{Hulladékok} \quad \text{Belső} \\ \text{1..j..M1} \quad \text{1..j..M2} \quad \text{újrahasznosítás} \\ \text{1..j..M3} \\ \left[\begin{array}{ccc} 1 & & \\ \vdots & & \\ i & a_{ij}^{H1} & a_{ij}^{H2} & a_{ij}^{H3} \\ \vdots & & & \\ N & & & \end{array} \right] \end{array}$$

\underline{A}^H - a hagyományos technológia anyagszámából levezethető output és visszaforgatási hányadot összefoglaló mátrix.

$$\underline{A}^T = \begin{array}{c} \text{Technológiai} \\ \text{részfolyamatok} \end{array} \begin{array}{c} \text{Kibocsátások} \\ \text{Emissziók} \quad \text{Hulladékok} \quad \text{Belső} \\ \text{1..j..M1} \quad \text{1..j..M2} \quad \text{újrahasznosítás} \\ \text{1..j..M3} \\ \left[\begin{array}{ccc} 1 & & \\ \vdots & & \\ i & a_{ij}^{T1} & a_{ij}^{T2} & a_{ij}^{T3} \\ \vdots & & & \\ N & & & \end{array} \right] \end{array}$$

\underline{A}^T - a tisztább technológia anyagszámából levezethető output és visszaforgatási hányadot összefoglaló mátrix.

$$\underline{A}^{EU} = \begin{array}{c} \text{Technológiai} \\ \text{részfolyamatok} \end{array} \begin{array}{c} \text{Kibocsátások} \\ \text{Emissziók} \quad \text{Hulladékok} \quad \text{Belső} \\ \text{1..j..M1} \quad \text{1..j..M2} \quad \text{újrahasznosítás} \\ \text{1..j..M3} \\ \left[\begin{array}{ccc} 1 & & \\ \vdots & & \\ i & a_{ij}^{EU1} & a_{ij}^{EU2} & a_{ij}^{EU3} \\ \vdots & & & \\ N & & & \end{array} \right] \end{array}$$

\underline{A}^{EU} - az EU előírásokat figyelembevevő összefoglaló mátrix.

A mátrix szerint értelmezhetők a tisztább technológiák bevezetésével elért környezeti hatások terén elért eredményeket. Ehhez hatékonysági mutatót képzünk:

Emisszió és hulladék csökkentés a vizsgált, és átalakított technológiai folyamatnál:

$$\eta = \frac{\Omega_1 \sum_{i=1}^N \xi_i \sum_{j=1}^{M1} v_j \frac{a_{ij}^{H1}}{a_{ij}^{T1}}}{2 * N * M1} + \frac{\Omega_2 \sum_{i=1}^N \xi_i \sum_{j=1}^{M2} v_j \frac{a_{ij}^{H2}}{a_{ij}^{T2}}}{2 * N * M2}$$

ahol $\sum_{i=1}^N \xi_i = 1$, és $\sum_{j=1}^{M1} v_j = 1$ súlyozási tényezők, amelyek az adott technológia és szennyezés szerepét különböztetik meg.

A visszaforgatás esetében:

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^N \xi_i \sum_{j=1}^{M3} v_j \left(1 - \frac{a_{ij}^{M3}}{a_{ij}^{T3}} \right)}{N * M3}$$

ahol $\sum_{i=1}^N \xi_i = 1$, $\sum_{j=1}^{M3} v_j = 1$ súlyozási tényezők a fentiek szerint.

A tisztább technológiára való törekvésérdekében elérendő célfüggvény a

$$\eta + \alpha \Rightarrow Max!$$

alakban fogalmazható meg. Ehhez kapcsolható az EU szabványokat tartalmazó mátrix elemeivel való összehasonlítás, és az eltérés minimalizálása. Ezek analóg módon írhatók fel. A felsorolt minősítési rendszerek csak a technikai paraméterekre korlátozódtak. Ugyanilyen jelentősége van a tudati átalakító hatásnak, amely elsősorban az üzemeltetők és a menedzsment képzettségének átalakulásával és az erre irányuló projektek bevezetésével jellemezhető. E tevékenységre felkészültek az oktatási intézmények (köztük a Miskolci Egyetem) és a nemzetközi hálózatok centrumai. Ezekből emel ki példát a következő fejezet.

4. Tisztább termelési központ

4.1. UNIDO/UNEP program a tisztább termelésért

Ha csökkenteni akarjuk a kibocsátásokat, a hulladékokat illetve a nyersanyagok, energia és víz használatát, a termékek tervezésénél kell kezdenünk a munkát. Ez az egyszerű törvényszerűség – melyet mind több mérnök és környezetvédő ismer fel – képezi az UNIDO/UNEP nemzeti tisztább technológiai központ (Cleaner Production Center, CPC) programjának alapját. A program célja olyan kapacitás kiépítése, amely képes nemzeti szintű tisztább technológiai stratégiák fejlesztésére és megvalósítására.

A program elősegítése érdekében az UNIDO és az UNEP olyan ipar orientált szervezetekkel dolgozik együtt, mint a nemzeti ipari kamarák, stb. A program mintegy 20 országban fogja a nemzeti CPC-ket (NCPC) segíteni öt éven keresztül, addigra a központoknak önfenntartókká kell válniuk. A program első fázisa, melyet 1994-ben indított útjára az UNIDO Környezeti és Energiaügyi Ágazata az UNEP Ipari és Környezeti Akcióközpontjával együttműködve, nyolc központnak biztosít anyagi háttérrel három éven keresztül. A támogatás bemutatókra és tanfolyamokra, nemzeti és nemzetközi tanácsadók és személyi költségek finanszírozására fordítható. Minden NCPC kapcsolatban áll egy-egy iparosodott állam egy-egy tisztább technológiai intézetével, amely szakértői segítséget nyújt az NCPC számára. Az első fázis megmutatja majd, képes-e az UNEP és az UNIDO ilyen központok felállítására, és azok pozitív eredmények felmutatására. A második fázis 1996-ban indult, amikor további 10-12 NCPC-t állítanak fel.

4.2. Az NCPC-k feladatai

Az NCPC-k koordináló és ösztönző szerepet tölthetnek be. Minden NCPC számos tevékenységet kell végezzen:

- támogassa a tisztább technológiák koncepcióját az információk terjesztésével
- szervezzen demonstrációs jellegű programokat ipari körülmények között
- végezzen vizsgálatokat az ipari kibocsátás és hulladék-kibocsátás terén
- készítsen technikai publikációkat
- építsen ki jó munkakapcsolatot a különböző szektorok között
- biztosítson képzési lehetőségeket a tisztább technológiák gyakorlati megvalósítása terén
- biztosítson technikai segítséget
- azonosítsa a tisztább technológiák és a technika megvalósításainak akadályait
- gyűjtsön információkat a gyakorlati eredményekről és tárolja azokat információs rendszerben, lehetővé téve az információcserét az NCPC-k között, továbbá tegye lehetővé a program vezetőségének a széles körű terjesztést.

Az NCPC-k vezetősége az adott nemzet képzett szakembereiből áll, felállításra pedig már meglévő intézmények keretein belül kerül történhet.

4.3. Az NCPC-k tevékenységei

Öt típusú tevékenység szükséges:

- olyan kormányzati elvek kifejlesztése, amelyek ösztönzik a környezeti menedzsmentet, a szennyezés megelőzését, mint a hulladékcsökkentés elsődleges eszközét
- azon vállalkozások támogatása, amelyek a tisztább termelési programokat képesek megvalósítani, a termelési folyamatok optimalizálásra alapozva
- demonstrációs programok létrehozása annak bemutatására, hogy kis- és középvállalatok esetében a tisztább termelés környezeti és gazdasági előnyei a fejlődő országokban ugyanúgy megjelennek, mint a fejlett országokban
- a tisztább termelés és a vele kapcsolatos környezeti menedzsment témaköréből információ gyűjtő és terjesztő hálózat kiépítésének támogatása
- szakértők képzése hulladékcsökkentési vizsgálatok elvégzésére és a tisztább termelés ipari szektorokon belüli lehetőségeinek felismerésére

4.4. A nemzeti tisztább technológiai központ (NCPC) program tárgya

A tisztább termelés egy integrált megelőző stratégia folyamatok, termékek szolgáltatások kezelésére, melynek célja a hatékonyság növelése, továbbá az emberi környezeti kockázatok csökkentése. Folyamatok esetében a tisztább termelés magába foglalja a bányászott nyersanyagok, a víz, illetve az energia hatékony felhasználását, a mérgező és veszélyes anyagok kizárását, továbbá a kibocsátások és hulladékok forrásnál történő csökkentését. Termékek esetében a stratégia középpontjában a környezeti hatások csökkentése áll a termék vagy szolgáltatás teljes életciklusára vonatkozóan, a tervezéstől a teljes megsemmisítésig. A tisztább termelés a gyakorlatban bizonyította, hogy jelentős haladás érhető el az ipari folyamatok területén költségnövekedés nélkül vagy csekély költségnövekedéssel, amely a folyamat hasznát jelentősen növeli.

A gyártási folyamat – amire a definíció a hangsúlyt helyezi – áll a program középpontjában. Azonban az UNIDO hangsúlyozza az életciklus megközelítések fontosságát a világ civilizációink szektorai által okozott környezeti problémáinak megoldásában. Annak ellenére, hogy az életciklus megközelítés még csak fejlesztési fázisban van és még nem sok hasznos megoldást kínál, amelyek könnyen és általánosan alkalmazhatók a fejlődő és fejlett országok cégei számára.

Egy nagy költség és időhatékonyságú, rövid megtérülési idejű erőforrás felhasználás és szennyező kibocsátás csökkentő módszer megvalósításához a program a potenciális közvetlen megtakarításokat helyezi előtérbe a gyártási folyamatban (és a közvetett megtakarításokat, ha figyelembe vesszük az ártalmatlanítási költségeket is).

A program tárgya olyan NCPC-k felállítása, amelyek előmozdítják a tisztább termelési technológiák és információk átvitelét a fejlődő és fejlett országokból iparvállalatokhoz és környezetvédelmi intézetekhez más fejlődő országokban. Így lehetővé válik számukra a tisztább ipari gyártás beépítése tevékenységeikbe és a környezetszennyezés csökkentése.

A program átfogó célja azon alkalmazások számának növelése, amelyek a tisztább termelés koncepcióját hasznosítják, továbbá a koncepció beépítése a fejlődő országok törvénykezésébe.

4.5. Az NCPC-k tevékenységi köre

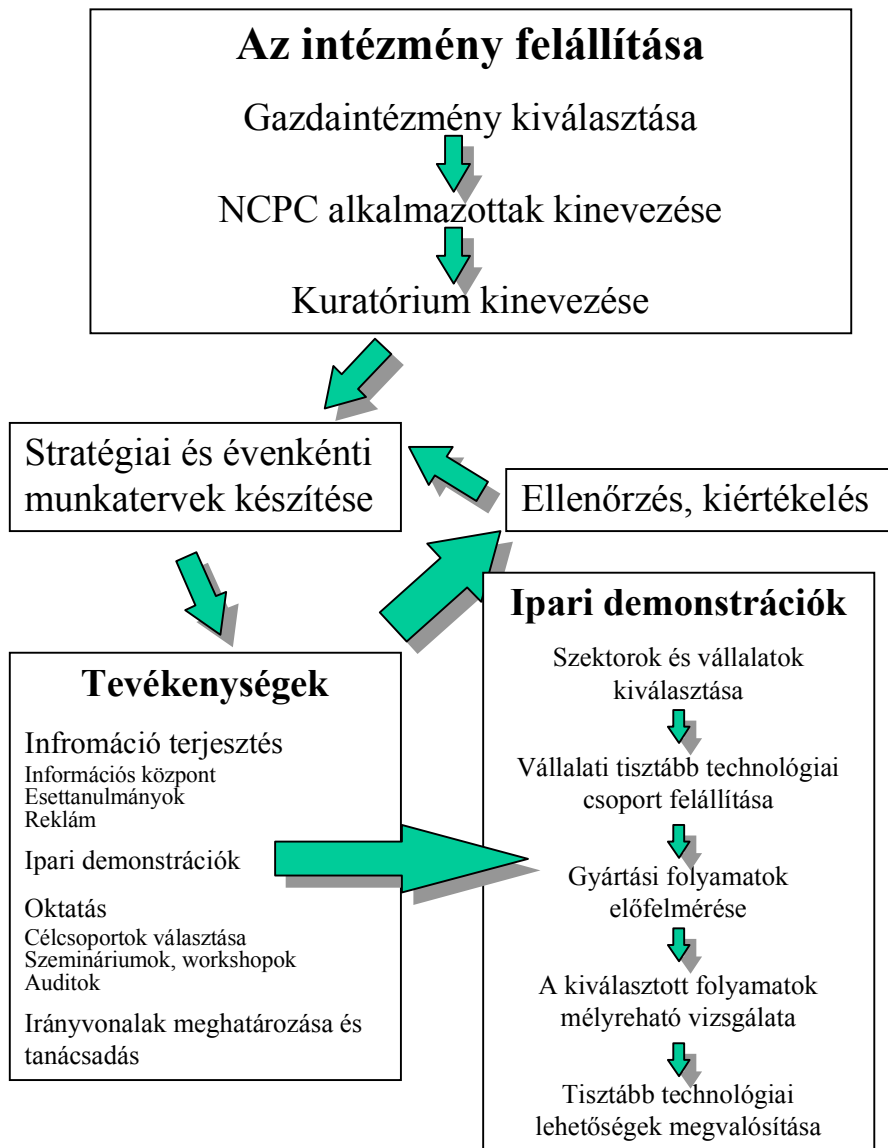
Az előző bekezdésben említett célok elérése érdekében a központoknak négy fő tevékenységi területe van: vállalati demonstrációk, képzés, információ terjesztés, irányvonalak meghatározása. Mindezen tevékenységek kapcsolatban állnak egymással és támogatják egymást. Valójában ezen tevékenységek között nincs éles határvonal, gyakoriak az átfedések.

A legfontosabb feladat egy központ számára az ipari demonstráció. Ilyen demonstrációkon keresztül tudja az NCPC megmutatni, hogy a tisztább termelés koncepciója az ország bármely szektorában működőképes. Egy ilyen demonstráció a Hollandiában a nyolcvanas évek végén megvalósított PRISMA projekt módszerét követi. A módszer alkalmazhatónak bizonyult kis- és középvállalatok esetére, amikor az UNIDO Indiában megvalósította a DESIRE (DEmonstration in Small Industries for REducing waste) projektet. Egy ehhez hasonló ipari demonstráció eredményei a hasznos tisztább technológiai lehetőségek. A személyi képzés workshopok részei az ipari demonstrációnak. A képzési feladat szorosan kapcsolódik az ipari demonstrációkhoz, hiszen a gyári dolgozók és tanácsadók képzésére a demonstráció keretében kerül sor. A vállalaton kívüli képzésekre is workshopok keretében kerülhet sor. A célcsoportok ágazati szervezetekből, kormányzati szakértőkből, kutatóintézetekből és újra, tanácsadókból állnak.

Az információterjesztés döntő fontosságú az országon belüli és az országok közötti tisztább termelési hálózat kiépítésében. Az NCPC-k technikai információkat nyújthatnak (pl. a rendelkezésre álló technológiák számos gyártási folyamat során felmerülő környezeti probléma megoldására), megoszthatják tapasztalataikat az érdekelt partnerekkel esettanulmányok közzétevése útján és elősegíthetik ezzel a partner saját tevékenységét. A hálózat nem korlátozódik egyetlen országra. A begyűjtött adatok és keletkezett információk legtöbbjét az NCPC-k megosztják egymás között. Minden központ kapcsolódik az Internethez, elérve így az UNIDO tisztább ipari gyártással kapcsolatos lapjait (esettanulmányok, szektoronkénti áttekintések, technológiák), az NCPC program honlapját és lehetőség nyílik így az információcsere és a megbeszélések elektronikus levelek útján történő megvalósítására.

A jogi rész fontos tevékenység a koncepció megvalósíthatósága szempontjából. A program hangsúlyozza, a koncepció folyamatos alkalmazása az iparban csak akkor válhat általános gyakorlattá, ha hatékony környezetvédelmi szabályozások is állnak mögötte. Ez nem csak az adminisztratív eszközöket jelenti, mint például az engedélyeztetési eljárások, hanem a valós ártalmatlanítási, energia és vízfelhasználás díjak bevezetését is. Anyagi ösztönzők bevezetése szintén része lehet az átfogó politikának.

Nemzeti Tisztább Technológiai Központok
felépítése



4.1. ábra

5. Összefoglalás

Jelen tanulmány készítésében résztvevő szakértők – az általuk képviselt tudományterületükön szerzett tapasztalataik alapján – megkísérelték meghatározni azokat az irányokat, amelyek a termelési és szolgáltatási tevékenységnél a „tisztább technológiák” hazai meghonosítása területén kirajzolódni látszanak. A tanulmányt kidolgozók átfogó ismerettel rendelkeznek a műszaki termelési és szolgáltatási folyamatok környezetre gyakorolt hatásainak ismeretében és ezek lehetséges csökkentési módjai vonatkozásában. A referenciáik elsősorban nemzetközi projekteken szerzett tapasztalataikra épülnek, amelyek lehetővé teszik a világszínvonalú technológiák transzferének elősegítését, ezáltal a magyar gazdaság privatizált és stabilan működő gazdasági ágazatainak környezetvédelmi szempontú fejlesztését.

A tanulmány két irányú hazai fejlesztési elemzésére vállalkozott. A fejlett országok környezetvédelmi törvénykezési és irányelv megfogalmazási gyakorlatában előtérbe került a zártláncú gazdaság szemléletének bevezetését alátámasztó érvelés. Gyakorlati megjelenítése a német „Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW/AbfG)” törvényben történt meg, de az angol nyelvterületen jelzett „Closed Loop Economy” törekvés is hasonló jövőbeni fejlődési szándékot takar.

Ezen törvények és szabályozások lényege, hogy a termék kibocsátásának vagy saját vagy partner gazdasági szervezetekkel együttműködve biztosítaniuk kell a fogyasztásból kikerült termékekről való gondoskodást, elsősorban az újrahasznosítás kiterjesztésével és ezzel összhangban a hulladék kibocsátás és deponálás minimalizálásával.

A magyar törvényalkotásnak és szabályozásnak ezen tendenciákhoz igazodnia kell a következő törvényi és szabályozási eszközök elfogadtatásával és gyakorlati feltételeinek megteremtésével:

- termékdíjas rendszer kiterjesztése további fogyasztási cikkekre (pl. autóroncok, elektronikus termékek, csomagoló anyagok teljes köre, stb.),
- környezetterhelési díj bevezetésével a feldolgozatlan hulladék mennyiség csökkentése és a kibocsátás korlátozása,
- feldolgozási vállalkozások létrejöttének elősegítése, alapításának támogatása finanszírozási eszközökkel.

A „zártláncú gazdaság” kiterjesztése a maradandó szennyezést okozó termelés és fogyasztási termékek hulladékainak ártalmatlanítási megoldásán túlmenően garantálja a természeti erőforrások kímélését, hiszen az újrahasznosítható anyagok által csökkenti a nyersanyag-bevitel mértékét is.

A tanulmány foglalkozik a „tisztább technológiákra” való áttérés, illetve bevezetés lehetőségeivel is. Szétválasztva jelennek meg a csővégi szennyezések kezelési módszerei és a szennyezők kibocsátását a keletkezési helyen korlátozó környezettechnikai módszerek. A terjedelem korlátozta a legjellemzőbb technológiai folyamatok részletes elemzését, reprezentatív módszert adott az input-output és visszaforgatási arányok kedvező alakítására és értékelési módszereire.

A tisztább technológiák elterjesztése a „gyárkapun” belül oldhatja meg a környezeti szennyezések kezelését, ami csökkentheti a csővégi technológiák kezelésének állami költségvetés kiadásaira gyakorolt többletterhet hordozó hatásait. Ezzel együtt nőhet a termék ára, de belső környezetirányítási rendszerekkel (Environmental Management System, ISO 14001 szerinti auditálás) ellensúlyozható az ebből eredő költségnövekedés. Az OECD és EU országokban

regisztrálható 2-3%-os ráfordítás éves növekedés az utóbbi tendencia támogatását indokolja elsősorban.

Sajátos feladatot tölthet be az UNIDO és UNEP támogatásával 1997. májusában létrehozott National Cleaner Production Center (NCPC, Tisztább Termelési Központ) nemzetközi láncolat hazai megvalósítása, mely a Budapesti Közgazdasági Egyetem keretein belül jött létre. E szervezet szerepe meghatározó lehet a tisztább technológiák fejlett országok know-how-inak transzferében, a hazai szakemberek továbbképzésében, kísérleti minta projektek kezdeményezésében, és a külföldi befektetések magyarországi megalapozásában.

A „tisztá technológiák”-ra való áttérés messze meghaladja az additív és integrált eszközök alkalmazását. Menedzsment rendszerek átalakítása, teljes felelősségi rendszer és hatékony képzés hozhat 3-5 év alatt olyan eredményeket, melyek az EU csatlakozási követelményeknek való megfelelést eredményezhetik. A fejlesztési törekvésekben felértékelődnek az interdiszciplináris területeken megjelenő K+F projektek eredményei és a nemzetközi projektekben elérhető eredmények hazai alkalmazásai.

A hatóság érzékenysége két vonatkozásban játszik szerepet, egyrészt a környezetbarát technológiák és termékek jobb befogadásában, másrészt a szennyezések feltárásában és megszüntetése érdekében kifejlesztett tiltakozásaiban. A lakosság befolyásolásánál szem előtt kell tartani, hogy a globális intézkedések hatékonysága elmarad a lokális környezetben végzett cselekvések eredményességétől (pl. szelektív hulladékgyűjtés csak európai lakóparkok kialakítása esetén vezethető be).

A tanulmány szerzői konkrét ipari projektek keretében végzett munkájuk során törekszenek a fenti célok megvalósítására és az ezen területeken elért eredmények publikálására.

Mellékletek

Bányászati terület	Környezeti hatások																		
	A természeti állapot megváltoztatása		Vízelvonás, vízszintváltozás		Fedü- és külszín mozgás, omlásveszély		Vízszennyezés, vízminőség változás		Felszín- és talajszennyezés		Zaj-vibráció-repeszhatás		Levegőszennyezés, porterhelés, sugárzás		Meddőhányó, zagytározó, hulladékanyag		Veszélyes anyag, hulladékkeletkezés		Rekultiváció, újrahasonítás
	belső L	külső R	belső L	külső R	belső L	külső R	belső L	külső R	belső L	külső R	belső L	külső R	belső L	külső R	belső L	külső R	belső L	külső R	
I. A geológiai kutatás (fúrás) környezeti hatásai	1										2		3		4		5		
II. A víz- és hévíztermelés környezeti hatásai	5	6	1	2			3	4											
III. A szénhidrogén (kőolaj, földgáz) termelés környezeti hatásai							4	5	6		1		2	3	7		8		
IV. A külfejtéses szénbányászat környezeti hatásai	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		14	15	16		17
V. A mélyműveléses szénbányászati környezeti hatásai	1		2	3	4		5	6			7		8	9	10		11		10
VI. A szénelőkészítés környezeti hatásai							1		2		3		4		5		6		
VII. Az ércbányászat és előkészítés környezeti hatásai	1				2		3	4	5		6				7		8		9
VIII. Az uránérc bányászat és dúsítás környezeti hatásai	1	2	3	4	5		6	7	8	9	10		11	12	13	14	15	16	17
IX. A bauxitbányászat és timföldgyártás környezeti hatásai	1	2	3	4	5		6	7	8		9		10	11	12	13	14		15
X. A kőbányászat környezeti hatásai	1	2									3	4	5		6		7		8
XI. A kavics és homokbányászat környezeti hatásai	1	2	3	4			5	6			7						8		9

1. melléklet

Technológia megnevezése	INPUT			Visszaforgatható anyagok	OUTPUT		
	Alapanyag	Segédanyag	Energia		Késztermék	Melléktermék	Hulladék
Timföld gyártás	Bauxit (2430 kg) Marónátron (190 kg)	Égetett mész (92 kg) Ülepítőszer (10 kg) Levegő (1200 m ³)	Gőz (300 kWh) Fűtőolaj (4 GJ/100 kg)	Retúrúg (10100 kg) Oltóhidrát (4000 kg) Gőz	Timföld (1000 kg)	Vörösiszap Vanádiumsó Gallium	Vörösiszap Vanádiumsó Gallium
Alumínium elektrolízis	Timföld (1900 kg) Anódmassza (500 kg)	Fluoridok (42 kg)	Elektromos (4 MWh)	Szénsalak (40 kg)	Kohóalum. (1000 kg)	Anódgáz Csarnokgáz	Anódgáz Csarnokgáz
Kohóalumínium öntés	Kohóalumínium (1020 kg) Saját hulladék (80 kg) Szekunderfém	Hűtővíz (2500 kg) Kenőanyag Klór		Hűtővíz (2400 kg) Saját hulladék (80 kg)	Öntött alumínium	Salak (2.5 kg) Kenőanyag Klörgáz	Salak (2.5 kg) Kenőanyag Klörgáz
Nyersrész előállítás	Szinpör (3750 kg) Salakképző pótlék (720 kg) Visszajáró szállópor Rézhulladék (75 kg)	Levegő (10500 m ³) Nehéz fűtőolaj (160 kg) Elektrodmassza (0.25 kg) Hűtővíz (30000 kg)	Elektromos (150 kWh)	Olvasztási salak (1,4 t) Szállópor Konverter salak (1000 kg)	Nyersrész (1000 kg)	Kénsav (3200 kg) Kemencegázok (12000 m ³)	Kénsav (3200 kg) Kemencegázok (12000 m ³)
Rézfinomítás	Nehéz Cu hulladék (450 kg) Könnyű Cu hulladék (160 kg) Nyersrész (280 kg) Anódmaradvány (165 kg)	Levegő (1370 m ³) Szintetikus salak (22 kg) Csontenyv (0.05 kg) Tiokarbamid (0.02 kg) HCl (0.002 kg)	Földgáz (90 m ³) Elektromos (350 kWh) Gőzenergia (3 GJ)	Szennyes katódrez (20 kg) Anódmaradvány (165 kg) Anódiszap (60 kg) Szennyes iszap (80 kg)	Finomít. katódrez (1 t)	Kemen.gáz (1700 m ³) Szállópor (10 kg) Salak (60 kg) Szenny. katód (20 kg) Anódmaradv. (165 kg) Anódiszap (60 kg) Szenny. iszap (80 kg)	Kemen.gáz (1700 m ³) Szállópor (10 kg) Salak (60 kg)
Réz és rézötvezet feldolgozás	Katód réz (410 kg) Technológiai hulladék (330 kg) Vásárolt hulladék Réz (280 kg) Sárgaréz, bronz, alpakka (100 kg)	Színesfémek (172 kg) Ötvözött előtermék (80 kg) Mész (0.2 m ³)		Technológiai hulladék (330 kg) Olvasztási salak (20 kg) Szállópor (4 kg) Emulzió (40 kg) Regenerált páclé (10 m ³)	Hengerelt és húzott réz és rézötvezetek (1000 kg)	Techn. hull. (330 kg) Olvaszt. salak (20 kg) Szállópor (4 kg) Emulzió (40 kg) Regen. páclé (10 m ³) Bontott kemencebélés (2 kg) Iszap (0.3 m ³)	Bontott kemencebélés (2 kg) Iszap (0.3 m ³)
Képlékenyalakítás	Acél (1020 kg)	Kenőanyagok (50 kg) Lágyított hűtővíz (100 kg)		Vágási hulladék (10 kg) Reve (10 kg) Forrasztó salak (5 kg) Hűtővíz (150 kg) Páciszap (5 kg)	Képlékenyen alakított termék (1000 kg)	Vágási hull. (10 kg) Reve (10 kg) Forrasztó salak (5 kg) Hűtővíz (150 kg) Páciszap (5 kg) Páclé (20 kg)	Páclé (20 kg)

Technológia megnevezése	INPUT			Visszaforgatható anyagok	OUTPUT		
	Alapanyag	Segédanyag	Energia		Késztermék	Melléktermék	Hulladék
Fémöntés	Folyékony fém (1500-4500 kg) Primer ötvözet (40-60 kg) Szekunder ötvözet (0-50 kg) Amort. hulladék (40-60 kg) Ötvözők (100-500 kg)	takaró só(485-730 kg) Szemcse finomítós(1-2 kg) Formázó keverék(2-5 t) Bentonit (80-100 kg) Vízüveg (40-60 kg) Kötőgyanta (20-40 kg) Fekecs (0-1 kg) Egyéb (20-50 kg)			Fémöntvény (1000 kg)	Fözlék (60-720 kg) Használt formázó keverék (0-1000 kg)	Fözlék (60-720 kg) Használt formázó keverék (0-1000 kg)
Vasöntés	Folyékony vas (1250-1500 kg) Öntődei szürke nyersvas (0-300 kg) Visszajáró hulladék (300-500 kg) Amort. hulladék (300-600 kg) Acél hulladék (500-200 kg)	Koksz (160-270 kg) Salakképző (60-120 kg) Ötvözők (30-300 kg) Grafitdara (10-20 kg) Formázó keverék (3-10 t) Bentonit (80-100 kg) Vízüveg (40-60 kg) Kötőgyanta (20-40 kg) Fekecs (0-2 kg) Egyéb (20-50 kg)			Vasöntvény (1000 kg)	Salak (65-140 kg) Szállópor (22-55 kg) Kúpoló gáz (2200-2800 m ³) Használt formázó keverék (2000-3000 kg)	Salak (65-140 kg) Szállópor (22-55 kg) Kúpoló gáz (2200-2800 m ³) Használt formázó keverék (2000-3000 kg)
Acélöntés	Folyékony acél (1750-3500 kg) Acélhulladék (80-100%) Acélnyersvas (0-20%)	Salakképző (0-100 kg) Ötvözők (0-100 kg) Formázó keverék (4-6 t) Bentonit (80-100 kg) Vízüveg (40-60 kg) Kötőgyanta (20-40 kg) Fekecs (0-10 kg) Egyéb (20-50 kg)			Acélöntvény (1000 kg)	Salak (65-140 kg) Szállópor (2-5 kg) Kemence gáz (5 m ³) Hulladék formázó keverék (2-3 t) Hulladék szemcsés anyag (0-1000 kg)	Salak (65-140 kg) Szállópor (2-5 kg) Kemence gáz (5 m ³) Hulladék formázó keverék (2-3 t) Hulladék szemcsés anyag (0-1000 kg)
Precíziós öntés	Folyékony acél (25000-3500 kg)	Formázó keverék (1,2-1,8 t) Viasz (320-450 kg)			Öntvény (1000 kg)		

2. melléklet

Kiadja:
BKE Környezetgazdaságtani és technológiai tanszék
1092 Budapest, Kinizsi u. 1-7.
tel/fax: 217-95-88