

**6. fejezet**

**KIBOCSÁTÁSI FORGATÓKÖNYVEK DOKUMENTUMAI**



## Tartalomjegyzék

<b>Előszó .....</b>	<b>451</b>
<b>IC-3 Vegyipar: szintézisek során használt vegyi anyagok .....</b>	<b>453</b>
1. <i>Cél</i> .....	455
2. <i>Kibocsátási tényezők</i> .....	455
2.1. <i>A szennyvizekre vonatkozó kibocsátási tényezők</i> .....	455
2.2. <i>A levegőre vonatkozó kibocsátási tényezők</i> .....	456
3. <i>Elimináció</i> .....	456
4. <i>Szennyvíztisztítás</i> .....	456
5. <i>Folyók vízhozama</i> .....	456
6. <i>IC-3 Vegyipar emissziós hivatkozások</i> .....	456
<b>IC-5 Személyes/háztartási és IC-6 lakossági felhasználás .....</b>	<b>465</b>
1. <i>Bevezetés</i> .....	467
2. <i>Expozíciós forgatókönyv</i> .....	467
2.1. <i>Kibocsátás az előállítás és formulázás során</i> .....	467
2.2. <i>Felhasználást követő kibocsátás</i> .....	468
3. <i>Példa</i> .....	468
4. <i>IC-5 és IC6 felhasználási kategóriák emissziós hivatkozásai</i> .....	470
<b>IC-7 Bőrfeldolgozó ipar .....</b>	<b>471</b>
1. <i>Bevezetés</i> .....	473
2. <i>Főbb eljárások</i> .....	473
<b>3. A kibocsátás becslése .....</b>	<b>474</b>
3.1. <i>Szilárd hulladékok</i> .....	475
3.2. <i>Szennyvizek</i> .....	475
3.2.1. <i>Bőrfestés</i> .....	476
3.2.2. <i>Bőrfeldolgozás, a festés kivételével (azaz cserzés, pácolás stb.)</i> .....	478
4. <i>Példa</i> .....	478
5. <i>IC-5 bőrfeldolgozó ipari kibocsátások hivatkozásai</i> .....	478
<b>IC-8 Fémkivonó-, finomító- és feldolgozóipar .....</b>	<b>479</b>
1. <i>Bevezetés</i> .....	481
2. <i>Főbb eljárások</i> .....	481
3. <i>A hűtő-kenőanyagok összetétele és alkalmazása</i> .....	482
4. <i>A hűtő-kenőanyagokban használt vegyi anyagoknak való környezeti expozíció</i> .....	484
4.1. <i>Általános bevezető</i> .....	484
4.2. <i>Az emulzió megszüntetése és a másodlagos kezelés</i> .....	484
4.3. <i>A PEC érték számolása</i> .....	485
4.3.1. <i>Vizalapú hűtő-kenőanyag oldatok</i> .....	486
4.3.2. <i>Hűtő-kenőanyag emulziók</i> .....	486

4.3.3. Vízrel nem elegyedő kenőanyagok .....	486
5. Példa egy hűtő-kenőanyagban használt adalékanyag PEC értékének számítására.....	486
6. IC-7 bőrfeldolgozó ipari kibocsátások hivatkozásai .....	487
<b>IC-10 Fotóipar .....</b>	<b>489</b>
1. Bevezetés .....	491
2. Fotográfiai eljárások .....	491
2.1. Negatív/pozitív papír- és film eljárások .....	492
2.1.1. Kromogén előhívás.....	492
2.1.2. Gyengítés.....	492
2.2. Fordító eljárások .....	493
3. Kidolgozó oldatok .....	493
3.1. Kidolgozó oldatok formulázása koncentrált oldatként .....	493
3.2. A kidolgozó oldatok használata .....	493
3.2.1. A kidolgozó oldatok összetevői.....	494
3.3. Kibocsátás becslése .....	494
4. A fotográfiában használt anyagok összetevői .....	498
4.1. A fotográfiában használt anyagok előállítása .....	499
4.2. Kibocsátásra vonatkozó becslés .....	499
5. Számítási példák.....	500
6. IC-10 Fotóipari kibocsátások hivatkozásai.....	500
<b>IC-12 Fapép-, papír- és kartonipar .....</b>	<b>501</b>
1. Bevezetés .....	503
1.1. Az ágazat leírása .....	503
1.2. A hulladékpapír újrafeldolgozása.....	504
1.3. Helyben történő hulladékkezelés.....	504
2. Alkalmazási típusok.....	504
2.1. A papírgyártás során használt anyagok .....	504
2.2. A papírhoz az előállítást követően hozzáadott anyagok.....	505
2.2.1. Tinták .....	505
2.2.2. Hőérzékeny bevonatok .....	505
2.2.3. Szénmentes másolópapír .....	505
2.2.4. A felhasznált mennyiségek .....	505
2.3. Felületi (non-impact) nyomtatóanyagok.....	505
2.3.1. Xerografikus vagy elektrosztatikus nyomtatás .....	505
3. A vízbe történő kibocsátás számítása .....	506
3.1. Általános megjegyzések .....	506
3.2. Kibocsátás a papírkészítés során .....	507
3.2.1. Festékek és optikai fényesítők használata és kibocsátása .....	507
3.2.2. A papírgyártásban használt egyéb vegyi anyagok .....	508
3.2.3. Vízfogyasztás .....	508
3.2.4. A műveletek arányai .....	510
3.2.5. Emissziós forgatókönyvek.....	510
3.3. Kibocsátás a papír újrafeldolgozása során .....	511
3.3.1. Kibocsátás a festékeltávolítás során .....	511
3.3.2. Eltávolítás.....	513
3.3.3. Vízfogyasztás .....	513
3.3.4. A műveletek arányai.....	513
3.3.5. Emissziós forgatókönyv .....	513
4. Számítási példák.....	514

4.1. Papírgyártás.....	514
4.2. Papír újrafeldolgozás.....	515
5. IC-12 papíripari kibocsátások hivatkozásai .....	515
<b>IC-13 Textilfeldolgozó ipar.....</b>	<b>517</b>
1. Általános megjegyzések.....	519
1.1. Bevezetés .....	519
1.2. A textil kikészítésének főbb folyamatai.....	519
1.3. Vízfogyasztás .....	520
2. Előkezelés.....	521
2.1. Általános megjegyzések .....	521
2.2. Az emissziós tényező számítása .....	521
3. Festés és nyomás.....	521
3.1. Festés.....	522
3.2. Textilfehérítés (optikai fehérítők).....	523
3.3. Nyomás .....	524
3.4. A fixálás mértéke.....	524
3.5. A kibocsátás számolása.....	525
4. Funkcionális textilkikészítési eljárások.....	526
4.1. A kibocsátás számolása .....	526
5. Számítási példa .....	526
6. IC-13 textilipari kibocsátások hivatkozásai .....	527
<b>IC-14 Festék-, lakk- és fényezőanyag ipar .....</b>	<b>529</b>
1. Bevezetés.....	531
2. A festékek és fényezőanyagok összetevői.....	531
3. Környezetbe történő kibocsátás .....	532
3.1. Általános információ .....	532
3.2. A festékek és fényezőanyagok összetevői által okozott kibocsátás becslése.....	534
4. Az előrejelzett környezeti koncentrációk számítása.....	546
4.1. Lokális expozíció .....	546
4.2. Speciális helyszíni kezelési technikák figyelembe vétele .....	546
4.3. Regionális expozíció .....	546
5. IC-14 festékipari kibocsátások hivatkozásai .....	546



## **Előszó**

Ez a dokumentum a különböző ipari ágazati kategóriákhoz (IC-k) kiadott és jelenleg hozzáférhető kibocsátási forgatókönyvek dokumentumainak gyűjteménye. Ezeket a dokumentumokat a különböző illetékes hatóságok és az ipar képviselői állították össze. A dokumentumok legtöbb esetben a különböző ipari ágazatokban használt anyagok környezetbe történő kibocsátásának mélyreható tanulmányozásán alapulnak. Egyes dokumentumok az ipari kategóriákon belül értelmezett specifikus felhasználási kategóriákból (UC-k) származó környezetbe történő kibocsátást írják le. Nincsen meg minden ipari kategóriára a megfelelő kibocsátási forgatókönyv dokumentum; mert egyes dokumentumok még most készülnek. A dokumentumok köre a jövőben előreláthatólag bővülni fog.

A Technikai Útmutató 2. fejezetének I. mellékletében megadott emissziós tényezők helyett az ezekben a dokumentumokban feltüntetett kibocsátási értékeket és információt kell figyelembe venni. Ha egy bizonyos használathoz nincs megadva kibocsátási érték, vagy a kibocsátás csak egy bizonyos környezeti elemre van megadva, akkor a kiegészítő becsült kibocsátási értékek megtalálhatók a 2. fejezet I. mellékletében.





**IC-3 Vegyipar: szintézisek során használt vegyi anyagok**

**Kockázatbecslés az intermedierek környezetbe történő kibocsátására vonatkozóan**



## 1. Cél

Ez a kibocsátási forgatókönyv dokumentum a Németországban előállított és feldolgozott nagy mennyiségben előállított (HPV) intermedierekre vonatkozó adatokon alapul. Jelen állapotában a dokumentum csak a vízbe kibocsátott anyagokra vonatkozik és csak HPV intermedierekre használható. A kibocsátás becsléséhez az alábbi tényezőket kell figyelembe venni:

- az intermedierek feldolgozására vonatkozó emissziós tényező (kibocsátási arány)
- az időegység alatt megvalósuló helyi termelés mennyisége
- az intermedierek előállítására vonatkozó emissziós tényező (kibocsátási arány)
- az elimináció helyszíni kezelési lehetőségei
- a biológiai szennyvíztisztításon alapuló eliminációs lehetőségek

Ezen adatok segítségével becsülhető a befogadó felszíni vizekbe történő kibocsátás mértéke (pl.  $\text{g} \cdot \text{s}^{-1}$ ). A folyókban kialakuló helyi koncentráció az így kapott kibocsátási értékből és a folyó vízhozamából (pl.  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ) számítható, a felszíni vizekben lejátszódó adszorpciós folyamatok figyelembevételével (lásd a Technikai Útmutató 2. Fejezetét). Ez a megközelítés egy statisztikailag kiértékelt adatbázison alapszik, a termelő vagy feldolgozó üzemben keletkező szennyvíz mennyiségét nem veszi figyelembe. Bár jelen pillanatban az adatbázis a Németországi körülményekre és 29 anyagra korlátozódik, realisztikus legrosszabb eseti megközelítésnek tekinthetjük, mivel két 90 percentilis értéket kombinál (kibocsátás x a folyó vízhozama).

## 2. Kibocsátási tényezők

### 2.1. A szennyvizekre vonatkozó kibocsátási tényezők

Az előállítás és felhasználás során különböző tényezők befolyásolják az intermedierek kibocsátásának mértékét. A kulcsszerepet a fizikai-kémiai tulajdonságok, az eljárás száraz- vagy nedves volta, a reakció típusa, a termelés szakaszossága vagy folyamatossága illetve a helyszínen vagy máshol történő kezelés játsszák. Az üzemgazdálkodási gyakorlat szerint az egyetlen alapvető megkülönböztető tényező ezek közül, hogy a folyamat során száraz vagy nedves eljárást használnak-e. Ebben az összefüggésben nedves eljárásnak azt tekintjük, ahol a reakció, a termékek feldolgozása vagy a konténerek tisztítása során vizet használnak. Száraz eljárásnak azt tekintjük, amelyben e részfolyamatok egyikében sem használnak vizet. Általában a nagyon reaktív, vízre érzékeny anyagok (pl. sav-kloridok, izocianátok, savanhidridek) előállítása folyik a víz teljes kizárásával. Ugyanez áll a gázfázisban előállított intermedierekre is.

Az intermedierek előállításával és feldolgozásával kapcsolatos kibocsátási tényezőkre (release factor) vonatkozó megbízható adatok kiszámításához 29 ismert (EINECS-) anyagokra vonatkozó jelentést vettünk alapul (BUA jelentések, 1. melléklet). Ezeket a kibocsátási tényezőket (release factor) statisztikailag elemeztük (2. melléklet), hogy az előállítással és feldolgozással kapcsolatos 90 percentilis értékeket megkapjuk. Az ezekből az adatokból nyerhető kibocsátási tényezők (release factor) az 1. táblázatban találhatóak meg.

**1. táblázat.** *A szennyvizekre vonatkozó kibocsátási tényezők (release factor)*

Az előállításra vonatkozó kibocsátási tényezők (release factor)		A feldolgozásra vonatkozó kibocsátási tényezők (release factor)	
Nedves	Száraz	Nedves	Száraz
0,3 %	0 %	0,7 %	0 %

## 2.2 A levegőre vonatkozó kibocsátási tényezők

(előkészület alatt)

## 3. Elimináció

### Elimináció a helyszínen

A gyárban megvalósuló eliminációt (pl. aktívszenes szűrés, kicsapás stb.) a kibocsátási tényezők magukban foglalják.

### Elimináció biológiai szennyvíztisztítás révén

A becslésre vonatkozó eljárások leírása a Technikai Útmutató 2. fejezetében található.

## 4. Szennyvíztisztítás

(előkészület alatt)

## 5. Folyók vízhozama

Az intermedierek előállítására szolgáló gyártelepek általában nagyobb folyók vagy a tengerek mellett találhatóak. Ennek a feltételezésnek az alátámasztására Németországban összegyűjtöttük az előállítás helyszínére, a gyártelepek elhelyezkedésére, kapacitására és a folyók vízhozamára vonatkozó adatokat. A gyártelepek elhelyezkedésével és kapacitásával kapcsolatos adatokat az ismert (EINECS-) anyagokra vonatkozó jelentésekből (BUA) és a Chem-facts Germany (1992) kiadványból vettük. A folyók átlagos vízhozamára vonatkozó adatokat vagy maguk a vállalatok adták meg, vagy a BUA (1993) kiadványból vettük. Az adatok összesítve a 3. mellékletben találhatóak meg. A vízhozamok 90 percentilis értéke 112 helyszínre megadva  $60 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  (lásd 4. melléklet).

## 6. IC-3 Vegyipar emissziós hivatkozások

BUA Reports, Beratergremium Umweltrelevante Altstoffe, Verlag VCH and Verlag Hirzel. Chem-facts Germany, 1992 Edition, Chemical Intelligence Services, Reed Telepublishing Ltd., Dunstable, Beds., UK.

Daten zur Umwelt 1990/91, Umweltbundesamt, Erich Schmidt Verlag, ISBN 3503032290.

**1. melléklet. Intermedierek kibocsátása a szennyvíztisztítást megelőzően**

Anyag	Előállított mennyiség [t · év <sup>-1</sup> ]	Az előállítás éve <sup>1</sup>	Kibocsátás a szintézis során [%] <sup>2</sup>	Eljárás típusa	Kibocsátás a felhasználás során [%] <sup>2</sup>	Eljárás típusa	Teljes kibocsátás [%]
Etán, klór-	1500.000	1979	0,0007	nedves	0,0021	nedves	0,0028
Széndiszulfid	52.7000	1990	0,0	száraz	- <sup>3</sup>	- <sup>3</sup>	- <sup>3</sup>
Etán, 1,1-diklór-	20.000	1985	0,004	nedves	0,0025	nedves	0,0065
1,3-Ciklopentadién, 1,2,3,4,5,5 hexaklór-	5.000	?	0,006	nedves	0,0004	nedves	0,0064
Anilin, 3-klór-2-metil	500	1989	0,002	nedves	<0,01	nedves	<0,012
Anilin, 2-klór-4-nitro-	1.500	1988	0,0075	nedves	0,005	nedves	<0,0125
Anilin, 2-nitro	6.000	1987	0,3	nedves	?	?	?
Anilin, N,N-dietil-	1.200	1987/88	0,06	nedves	1,4	nedves	1,46
Anilin, 3-klór-4-metil-	4.500	1989	0,002	nedves	<0,001	nedves	0,002
Anilin, 5-klór-2-metil-	200	1989	0,002	nedves	0,02	nedves	0,022
Anilin, 3-trifluorometil-	1.000	1988/89	<0,02	nedves	<0,01	nedves	<0,03
Anilin, N-etil-	1.800	1989	0,7	nedves	0,7	nedves	1,4
Anilin, 3-klór-2-klór-	5.000	1987	0,3	nedves	1,1	nedves	1,4
Benzol, 1-metil-2-nitro-	45.000	1988	0,001	nedves	0,05	nedves	0,051
Benzol, 1,4-diklór-2-nitro-		1990	0,02	nedves	0,017	nedves	0,037
Benzol, 1,3-diklór-4-nitro-	2.400	1990	0,01	nedves	0,003	nedves	0,013
Benzol, 1-metoxi-2-nitro-	4.000	1987	1,0	nedves	<0,001	nincs kibocsátás	1,0
Benzidin, 3,3'-diklór-	2.500	1987	0,012	nedves	0,02	nedves	0,032

(folytatás)

Anyag	Előállított mennyiség [t · év <sup>-1</sup> ]	Az előállítás éve <sup>1</sup>	Kibocsátás a szintézis során [%] <sup>2</sup>	Eljárás típusa	Kibocsátás a felhasználás során [%] <sup>2</sup>	Eljárás típusa	Teljes kibocsátás [%]
Benzol, 1,2-diklór-	12.000	1989	0,002	nedves	0,3	nedves	0,3
Benzol, 1-klór-2,4-dinitro (és más izomerek)	4.500	1988/89	0,3	nedves	0,04	nedves	0,34
Benzol, nitro-	200.000	1989	0,001	nedves	0,042	nedves	0,043
Benzol, 1-metil-3-nitro-	2.500	1988	0,001	nedves	0,11	nedves	0,11
Benzol, 1-metil-4-nitro-	25.000	1988	0,005	nedves	0,1	nedves	0,11
Benzol, 1,2-diklór-4-nitro	14.000	1988/89	0,048	nedves	<0,005	nedves	0,05
Fenol, 4-nitro-	2.000	1988/89	0,018	nedves	0,003	nedves	0,021
Fenol, 2-nitro-	500	1988/89	0,024	nedves	0,1	nedves	0,12
1-Butánamin, N,N-dibutil-	600	1987	<0,024	nedves	?	?	---
Ecetsavanhidrid	170.000	1990	0,0	száraz	0,0	száraz	0,0
1,1-Bifenil-4,4'-diamin-3,3'-dimetoxi-	500	1986	<0,01	nedves	<0,1	nedves	<0,11
1,1-Bifenil-4,4'-diamin-3,3'-dimetil-	500	1987	<0,001	nedves	0,2	nedves	<0,21
Adipinsav	230.000	1991	0,009	nedves	0,0	polimeriz.	0,009

<sup>1</sup>Németországban

<sup>2</sup>a termelt mennyiség %-ában

<sup>3</sup>speciális felhasználás a viszkóz-gyártásban

## 2a. melléklet Intermedierek kibocsátási gyakorisága az előállítás során

Ebben a számításban az 1. mellékletben bemutatott mind a 29 intermedier nedves eljárási adatait felhasználtuk. A 90 percentilis < 0,3 %.

Esetszám	Összesített esetszám	%	Összesített %	Rel. előáll.
1	1	3,4	3,4	0,0007
3	4	10,3	13,8	0,001
4	8	13,8	27,6	0,002
1	9	3,4	31,0	0,004
1	10	3,4	34,5	0,005
1	11	3,4	37,9	0,006
1	12	3,4	41,4	0,008
1	13	3,4	44,8	0,009
3	16	10,3	55,2	0,010
1	17	3,4	58,6	0,012
1	18	3,4	62,1	0,018
2	20	6,9	69,0	0,020
2	22	6,9	75,9	0,024
1	23	3,4	79,3	0,048
1	24	3,4	82,8	0,060
3	27	10,3	93,1	0,300
1	28	3,4	96,6	0,700
1	29	3,4	100,0	1,000

## 2b. melléklet. Az intermedierek kibocsátási gyakorisága a felhasználás során

Ebben a számításban az 1. mellékletben bemutatott intermedierek közül azon 27 szerepel, amely nedves eljárásban való használatáról adat áll rendelkezésre. A 90 percentilis  $< 0,7\%$ .

Eset	Összesített eset	%	Összesített %	Rel. felhaszn.
1	1	3,7	3,4	0,0000
1	2	3,7	7,4	0,0004
2	4	7,4	14,8	0,001
1	5	3,7	18,5	0,002
1	6	3,7	22,2	0,003
2	8	7,4	29,6	0,003
2	10	7,4	37,0	0,005
2	12	7,4	44,4	0,010
1	13	3,7	48,1	0,017
2	15	7,4	55,6	0,020
1	16	3,7	59,3	0,040
1	17	3,7	63,0	0,042
1	18	3,7	66,7	0,050
3	21	11,1	77,8	0,100
1	22	3,7	81,5	0,110
1	23	3,7	85,2	0,200
1	24	3,7	88,9	0,300
1	25	3,7	92,6	0,700
1	26	3,7	96,3	1,100
1	27	3,7	100,0	1,400



**3. melléklet Az üzemek CHEMFACTS- és BUA-jelentés alapján összeállított gyártelepek elhelyezkedésének vízhozam szerinti sorrendje**

CAS szám	Vegyí anyag	Kapacitás	Folyó	Átl. vízhozam	Szám
108-95-2	Fenol	10.000	Emscher	6	
64-17-5	Etanol		Emscher	8	
75-07-0	Acetaldehid	80.000	Emscher	8	
108-95-2	Fenol	500.000	Emscher	12	
110-82-7	Ciklohexán	100.000	Emscher	12	
67-64-1	Aceton	315.000	Emscher	12	
98-82-8	Kumén	400.000	Emscher	12	
102-82-9	1-Butánamin, N,N-dibutil		Emscher	12	
75-01-4	Etán, klór-	160.000	Alz	5	1
120-61-6	Dimetilterftalát (DMT)	190.000	Aue	11	2
50-00-0	Formaldehid	110.000	Ruhr	19	3
100-41-4	Etilbenzol	300.000	Lippe	31	4
100-42-5	Stirol	295.000	Lippe	31	5
124-04-9	Adipinsav		Lippe	31	6
50-00-0	Formaldehid	190.000	Lippe	31	7
57-55-6	Propilénglikol	21.000	Lippe	31	8
75-01-4	Etán, klór-	350.000	Lippe	31	9
79-10-7	Akrilsav	60.000	Lippe	31	10
98-82-8	Kumén	140.000	Lippe	31	11
108-05-4	Vinilacetát	60.000	Alz-csatorna	60	12
108-24-7	Ecetsavanhidrid	10.000	Alz-csatorna	60	13
64-19-7	Ecetsav	80.000	Alz-csatorna	60	14
75-01-4	Etán, klór-		Alz-csatorna	60	15
75-07-7	Acetaldehid	60.000	Alz-csatorna	60	16
110-82-7	Ciklohexán	130.000	Ems	79	17
120-61-6	Dimetilterftalát (DMT)	140.000	Lech	120	18
50-00-0	Formaldehid	20.000	Lech	120	19
79-11-8	Ecetsav, monoklór-	35.000	Lech	120	20
64-19-7	Ecetsav	5.000	Wesel	149	21
50-00-0	Formaldehid	40.000	Mosel	171	22
100-02-7	Fenol, 4-nitro-		Majna	188	23
108-05-4	Vinilacetát	140.000	Majna	188	24
119-90-4	1,1'-bifenil-4,4'-diamin,3,3'	500	Majna	188	25
119-90-4	1,1'-bifenil-4,4'-diamin,3,3'	500	Majna	188	26
120-61-6	Dimetilterftalát (DMT)	95.000	Majna	188	27
121-87-9	Anilin, 2-klór-4-nitro-		Majna	188	28
50-00-0	Formaldehid	44.000	Majna	188	29
121-87-9	Anilin, 2-klór-4-nitro-		Majna	188	30
64-19-7	Ecetsav	270.000	Majna	188	31
75-07-0	Acetaldehid	130.000	Majna	188	32
121-87-9	Anilin, 3-klór-2-metil-	500	Majna	188	33

(folytatás)

CAS szám	Vegyvi anyag	Kapacitás	Folyó	Átl. vízhozam	Szám
88-72-2	Benzol, 1-metil-2-nitro-		Majna	188	34
88-74-4	Anilin, 2-nitro-	2.500	Majna	188	35
88-75-5	Fenol, 2-nitro-	500	Majna	188	36
89-61-0	Benzol, 1,4-diklór-2-nitro-		Majna	188	37
95-74-9	Benzol, 3-klór-4-metil-		Majna	188	42
95-79-4	Benzol, 5-klór-2-metil-	200	Majna	188	43
97-00-7	Benzol, 1-klór-2,4-dinitro-	2.400	Majna	188	44
97-00-7	Benzol, 1-klór-2,4-dinitro-	1.000	Majna	188	45
98-16-8	Benzol, 3-trifluorometil-	1.000	Majna	188	46
98-95-3	Benzol, nitro-	4.000	Majna	188	47
99-08-1	Benzol, 1-metil-3-nitro-		Majna	188	48
99-54-7	Benzol, 1,2-diklór-4-nitro-		Majna	188	49
99-99-0	Benzol, 1-metil-4-nitro-		Majna	188	50
107-13-1	Akrilnitril		Duna	326	51
100-41-4	Etilbenzol	300.000	Rajna	1.260	52
100-42-4	Sztirol	550.000	Rajna	1.260	53
102-82-9	1-butánamin, N,N-dibutil-		Rajna	1.260	54
103-69-5	Anilin, N-etil-	500	Rajna	1.260	55
105-60-2	Kaprolaktám	150.000	Rajna	1.260	56
108-24-7	Ecetsavanhidrid	40.000	Rajna	1.260	57
108-31-6	Maleinsavanhidrid	6.000	Rajna	1.260	58
121-87-9	Anilin, 2-klór-4-nitro-		Rajna	1.260	59
120-04-9	Adipinsav	180.000	Rajna	1.260	60
50-00-0	Formaldehid	1.200.000	Rajna	1.260	61
57-55-6	Propilénglikol	40.000	Rajna	1.260	62
62-53-3	Anilin	30.000	Rajna	1.260	63
64-17-5	Etanol	45.000	Rajna	1.260	64
64-19-7	Ecetsav	40.000	Rajna	1.260	65
75-01-4	Etán, klór-	100.000	Rajna	1.260	66
75-35-4	Etán, 1,1-diklór-	20.000	Rajna	1.260	67
79-10-7	Akrilsav	3.600	Rajna	1.260	68
80-62-4	Metilmetakrilát	36.000	Rajna	1.260	69
50-00-0	Formaldehid	110.000	Rajna	1.600	70
50-00-0	Formaldehid	55.000	Rajna	2.270	71
100-03-7	Fenol, 4-nitro-		Rajna	2.270	72
100-41-4	Etilbenzol	430.000	Rajna	2.270	73
100-42-5	Sztirol	420.000	Rajna	2.270	74
103-69-5	Anilin, N-etil-	1.300	Rajna	2.270	75
106-89-8	Epiklórhidrin	50.000	Rajna	2.270	76

(folytatás)

CAS szám	Vegyi anyag	Kapacitás	Folyó	Átlagos vízhozam	Szám
107-13-1	Akrilnitril	26.000	Rajna	2.270	77
108-24-7	Ecetsavanhidrid	80.000	Rajna	2.270	78
108-31-6	Maleinsavanhidrid	12.000	Rajna	2.270	79
108-42-9	Anilin, 3-klór-	2.000	Rajna	2.270	80
120-61-6	Dimetilterftalát (DMT)	155.000	Rajna	2.270	81
121-87-9	Anilin, 2-klór-4-nitro-		Rajna	2.270	82
124-04-9	Adipinsav	42.000	Rajna	2.270	83
50-00-0	Formaldehid	50.000	Rajna	2.270	84
50-00-0	Formaldehid	50.000	Rajna	2.270	85
57-55-6	Propilénglikol	150.000	Rajna	2.270	86
611-06-3	Benzol, 1,3-diklór-4-nitro-		Rajna	2.270	87
62-53-3	Anilin	150.000	Rajna	2.270	88
64-17-5	Etanol	60.000	Rajna	2.270	89
64-19-7	Ecetsav	250.000	Rajna	2.270	90
67-64-1	Aceton	3.600	Rajna	2.270	91
75-01-4	Etán, klór-	100.000	Rajna	2.270	92
75-01-4	Etán, klór-	200.000	Rajna	2.270	93
75-01-4	Etán, klór-		Rajna	2.270	94
75-07-0	Acetaldehyd	120.000	Rajna	2.270	95
75-15-0	Szendisulfid (CS <sub>2</sub> )	85.000	Rajna	2.270	96
79-11-8	Ecetsav, monoklór-	60.000	Rajna	2.270	97
80-62-4	Metilmetakrilát	60.000	Rajna	2.270	98
88-72-2	Benzol, 1-metil-2-nitro-		Rajna	2.270	99
88-74-4	Anilin, 2-nitro-	3.500	Rajna	2.270	100
89-61-0	Benzol, 1,4-diklór-2-nitro-		Rajna	2.270	101
91-23-6	Benzol, 1-metoxi-2-nitro-		Rajna	2.270	102
91-66-7	Anilin, N,N'-dimetil-	1.000	Rajna	2.270	103
95-50-1	Benzol, 1,2-diklór-		Rajna	2.270	104
95-51-2	Anilin, 2-klór-		Rajna	2.270	105
95-74-9	Anilin, 3-klór-4-metil-		Rajna	2.270	106
97-00-7	Benzol, 1-klór-2,4-dinitro-		Rajna	2.270	107
97-00-7	Benzol, 1-klór-2,4-dinitro-		Rajna	2.270	108
98-95-3	Benzol, nitro-	200.000	Rajna	2.270	109
99-08-1	Benzol, 1-metil-3-nitro-		Rajna	2.270	110
99-54-7	Benzol, 1,2-dikloro-4-nitro-		Rajna	2.270	111
99-99-0	Benzol, 1-metil-4-nitro-		Rajna	2.270	112

MEGJEGYZÉS: Az Emscher "folyó" adatai nem kerültek bele a számításba, mivel az Emscher nem természetes folyó, hanem szennyvízelvezető: a vize egy szennyvíztisztítóba kerül, mielőtt a Rajnába ömlene. A folyótorkolatok mentén elhelyezkedő gyárak adatai sem kerültek felhasználásra, mivel az apály és dagály hatásai miatt az átlagos vízhozam adatokkal ezek esetében nem lehet számolni.

#### 4. melléklet. A folyók vízhozamainak számított 90 percentilis értékei

Eset <sup>1</sup> (count)	Összesített eset <sup>2</sup> (count)	% <sup>3</sup>	Összesített %	Vízhozam [m <sup>3</sup> · s <sup>-1</sup> ]
41	41	36,6	36,6	2.270
1	42	0,9	37,5	1.600
19	61	17,0	54,5	1.260
1	62	0,9	55,4	326
28	90	25,0	80,4	188
1	91	0,9	81,3	171
1	92	0,9	82,1	149
3	95	2,7	84,8	120
1	96	0,9	85,7	79
5	101	4,5	90,2	60
8	109	7,1	97,3	31
1	110	0,9	98,2	19
1	111	0,9	99,1	11
1	112	0,9	100,0	5

<sup>1</sup>az adatok száma az adott vízhozammal

<sup>2</sup>az adatok összesített száma

<sup>3</sup>az összes adat százaléka

**IC-5 Személyes/háztartási és IC-6 lakossági felhasználás**

**Kockázatbecslés szappanok, mosószerek, mosogatószeres és felület-tisztítószeres környezetbe történő kibocsátására vonatkozóan**



## 1. Bevezetés

Az Ipari Kategóriák a 79/831/EGK Irányelvvel összefüggésben kerültek kidolgozásra. A szappanok, mosószeres, mosogatószerek és felülettisztító szerek a Technikai Útmutató 4. Fejezete szerint kerültek osztályozásra:

Ipari kategória:

- I. melléklet 5. Kategória (személyes/háztartási) és/vagy
- I. melléklet 6. Kategória (lakossági felhasználás)

Felhasználási kategória:

- II. melléklet 9. Kategória (tisztító/mosó vegyszerek) és/vagy
- II. melléklet 15. Kategória (kozmetikumok)

Az 1. és 2. táblázatban megadott kibocsátási tényezők (release factor) a nagy mennyiségben előállított (HPV) vegyi anyagokra vonatkoznak ( $> 1000 \text{ t} \cdot \text{év}^{-1}$ ) és alapértékeknek tekintendők.

## 2. Expozíciós forgatókönyv

### 2.1. Kibocsátás az előállítás és formulázás során

A vegyi anyagok kibocsátására vonatkozó becslések az EGK/OECD osztályozáson alapulnak:

Fő kategória (EGK/OECD) = Széles körben elterjedt használat

A mosószeres összetevőinek környezetbe való kibocsátási aránya: 1.0

A kibocsátási algoritmus feltételezi, hogy a termeléssel, feldolgozással és kiszerelelssel szemben a kibocsátás túlnyomóan nagy része ( $> 98 \%$ ) a felhasználási szakaszban történik. Kockázatbecslési célokra a nagy mennyiségben előállított termékek esetében azonban a termelés és kiszerelelés során fellépő veszteségeket is fel kell mérni (1. és 2. táblázat).

**1. táblázat.** *A felületaktív anyagok vízbe, levegőbe és szilárd hulladékba történő %-os kibocsátása a termelés során (Stalmans és mti. 1995).*

	Szakaszos termelés <sup>1</sup>	Folyamatos termelés <sup>2</sup>
% víz	< 0,3	< 0,1
% levegő	0,0001	0,0001
% szilárd hulladék	Nincs	nincs

<sup>1</sup>szakaszos termelés, mint például nem ionos felületaktív anyagok etoxilálása vagy amfoter és kationos felületaktív anyagok előállítása

<sup>2</sup>folyamatos termelés, mint például anionos felületaktív anyagok szulfonálása és szulfatálása

**2.táblázat.** *A hagyományos és koncentrált mosóporoknak és mosófolyadékoknak a formulázás szakaszában vízbe, levegőbe és szilárd hulladékba történő %-os kibocsátása. (Franke és mti., 1995)\*.*

	Hagyományos mosópor	Koncentrált mosópor	Folyadék
% víz	0,01	0,01	0,09
% levegő	0,02	0,02	0,002
% szilárd hulladék	0,73	0,81	0,32

\*Az Oko-Institute (Freiburg) adatai alapján, az Umweltbundesamt-tal együttműködésben

Az 1. és 2. táblázat valóban azt mutatja, hogy a formulázás során csak csekély veszteség lép fel, az is főképp szilárd vegyi hulladék formájában. Nem szabad azonban szem előtt téveszteni, hogy ezeket az adatokat Nagy Mennyiségben Előállított anyagok (HPVC) jelenleg folyó előállítására és formulázására során állapították meg, és így nem feltétlenül érvényesek új vegyi anyagokra is.

## 2.2 Felhasználást követő kibocsátás

A kibocsátás nagy része a felhasználás szakaszában történik, és a csatornába kerülés mértékét egyszerűen megbecsülhetjük, ha feltételezzük, hogy az anyag 100 %-a a szennyvízbe jut (3. táblázat).

**3. táblázat** *A szappanoknak, mosószereknek, mosogatószereknek és felület-tisztítószereknek a felhasználást követően vízbe, levegőbe és szilárd hulladékba történő %-os kibocsátása. (Franke és mti., 1995)\*.*

	Szappanok, mosószerek, mosogatószerek és tisztítószerek
% víz	100
% levegő	0
% szilárd hulladék	0

Egy egyszerű algoritmus felhasználásával kiszámíthatjuk a tisztítatlan szennyvízbe jutó szennyezés mennyiségét. Ez a becslés egyszerűen az adott termék fogyasztásán (4. táblázat) vagy egy adott vegyi anyag ismert piacra vagy lakóterületre vonatkozó fogyasztásán alapul.

## 3. Példa

A tisztítatlan szennyvízbe való kibocsátás az aktuális mennyiségekből (t) és az érintett lakosság lélekszámából számítható:



**4. táblázat** Fürdőszobai termékek, mosóanyagok, mosogatószer, felülettisztító szerek és samponok átlagos nyugat-európai fogyasztása (AIS/Colipa, 1994).

Termékek	Fogyasztás (g · fő <sup>-1</sup> · nap <sup>-1</sup> )
<b>1. Fürdőszobai termékek</b>	
1.1. Folyékony szappan	1,6
1.2. Mosdószappan	1,5
<b>2. Mosószer</b>	
2.1. Mosóporok	20
2.2. Folyékony mosószer	4,0
2.3. Kiegészítő termékek	0,6
2.4. Öblítőszer	7,0
<b>3. Mosogatószer</b>	
3.1. Kézi mosogatószer	7,0
3.2. Gépi mosogatószer	1,6
<b>4. Tisztítószer</b>	
4.1. Általános tisztítószer	5,0
4.2. Toalett tisztítószer	2,0
4.3. Speciális tisztítószer	0,8
4.4. Súrolószer	1,5
<b>5. Samponok</b>	2,3

$$E = \frac{X \cdot 10^6}{Y \cdot 365} \quad (1)$$

#### Jelmagyarázat

E	a szennyvízbe kibocsátott detergens tömege	[g · fő <sup>-1</sup> · nap <sup>-1</sup> ]
X	a detergens vegyi anyag mennyisége	[t · év <sup>-1</sup> ]
Y	a terület lakossága vagy a detergenst fogyasztó emberek száma	[-]

Egy mosópor esetében, amelynek a P összetevő 10 %-át teszi ki, Belgiumban az alábbi helyzet áll fenn:

$$X = 1000 \text{ (t} \cdot \text{év}^{-1}\text{)}$$

$$Y = 10^7 \text{ a piaci terület lakossága (emberek száma)}$$

$$E = \frac{1000 \cdot 0,1 \cdot 10^6}{10^7 \cdot 365} = 0,027 \text{ g} \cdot \text{fő}^{-1} \cdot \text{nap}^{-1} \quad (2)$$

#### **4. IC-5 és IC6 felhasználási kategóriák emissziós hivatkozásai**

AIS (1994) Nem publikált adatok. Association Internationale de la Savonnerie et de la Detergence, Brussels, a COLIPA, Brussels nem publikált adataival együtt.

Franke, M., H. Kluppel, K. Kirchert and J. Olschewki (1995) Sachbilanz für die Washmittel-Konfektionierung. Tenside Surf. Det. (Decemberi kiadás – sajtó alatt).

Stalmans, M., H. Berenbold, J.L. Berna, L. Cavalli, A. Dillarstone, M. Franke, F. Hirsinger, D. Janzen, K. Kosswig, D. Postlewaite, Th. Rappert, C. Renta, D. Sharer, K.P. Schick, W. Schul, H. Thomas and R. van Sloten, (1995), European Life-Cycle Inventory for Detergent Surfactant Production. Tenside Surf. Det. 32, 84-109.

## **IC-7 Bőrfeldolgozó ipar**

**Kockázatbecslés a bőrfeldolgozó iparban használt vegyi anyagok  
környezetbe történő kibocsátására vonatkozóan**



## 1. Bevezetés

Ennek a dokumentumnak az a célja, hogy a bőrgyártásban és kikészítésben használt vegyszerekről valóságghú kibocsátási forgatókönyveket nyújtson (IC-07, UC-10, 51, ). Az itt megfogalmazott irányelvek lehetővé teszik a szennyvizekben kialakuló vegyi anyag koncentrációk becslését, amennyiben azok az alábbi tevékenységek során keletkeztek:

- a bőrparban használt vegyi anyagok szintézise, lásd a termelésre vonatkozó specifikus forgatókönyvet;
- ezen anyagok formulázása, lásd IC-07, A és B táblázatok, 2. fejezet I. melléklet;
- a “levegő” és “talaj” környezeti elemekbe való kijutás a termék egész életciklusa alatt, lásd IC-07, A és B táblázatok, 2. Fejezet I. melléklet

A bőroket a különböző házi- és vadállatok bőréből állítják elő. Az állati bőr szerkezete a micellák és rostok szövevényes hálózatán, a kollagénen alapul. Három peptidlánc hármas alfa-hélixet képez, amelyekből öt egy-egy mikrorosttá áll össze. Ezen egységek további, magasabb rendű rostokká szerveződnek. Ezeket a szerkezeteket az aminosavak peptid csoportjai között létrejövő belső és laterális (keresztkötő) H-hidak stabilizálják. A cserzés során a H-hidak más anyagokra cserélődnek, mint pl. króm-szulfát, alum<sup>1</sup> vagy növényi eredetű cserző anyagok.

A bőrgyártás a természetes anyagokat gyártó iparhoz tartozik. Lépései:

- a bőr cserzése, amely az anyag szerkezetét stabilizálja és így az a nedves környezetben a bakteriális protolitikus enzimeknek ellenáll, száraz környezetben nem töredezik és forró környezetben nem ragad össze;
- a piac által megkövetelt tulajdonságok és divatos megjelenés létrehozása.

A bőrtermékek gyártása váltakozó, gyakran nagy számú, mechanikai és kémiai kezelés alkalmazását jelenti. A kívánt végtermék típusától függően a bőrök nagyon sokféle feldolgozási lépésen mennek keresztül. Az egyes lépésekben keletkező szennyvizet esetenként külön előkezelésnek vetik alá, de az esetek nagy részében a kiöntés előtt összekeverik, hogy az így fellépő hígítási és semlegesítő hatásokat kihasználják.

## 2. Főbb eljárások

A nyersanyagok nagy változatossága és a végtermékek sokféle tulajdonsága nagy számú, egymástól eltérő eljárás alkalmazását követeli meg, amelyeket az alábbiakban összegezzük:

- **Nedvesítés és áztatás:** a cserzést megelőzően a bőr nedvességtartalmát adott szintre kell beállítani, amely általában egy kétlépéses tisztítás, valamint elő- és főáztatás révén történik. Ezen eljárások a vízzeloldható peptidok extrakcióját, illetve a lipidek emulgeálását és elszappanosodását eredményezik. A folyamatok proteolitikus és lipolitikus enzimek hozzáadásával meggyorsíthatók;

---

<sup>1</sup>Alum:  $K Al(SO)_4 \times 12 H_2O$  vagy  $NH_4 Al(SO)_4 \times 12 H_2O$

- **Meszezés:** a felső epidermális réteg (beleértve a szőrt, stb.) eltávolítása kalcium hidroxid – nátrium szulfid fürdőben. Ez az eljárás a keratin frakció kéntartalmú aminosavainak redukálása és a bazális epidermális rétegben található pre-keratinok hidrolízise révén a bőr bomlását és duzzadását idézi elő. A polipeptid rétegek a további cserzési lépések számára kedvező módon kiszélesednek;
- **Mésztelenítés:** a kezelt, cserzés előtt álló bőrt enyhe savak (pl. hangyasav, tejsav, bórsav stb, valamint e savak sói) segítségével semlegesítik. A mész oldható Ca-sókká alakul;
- **Zsírtalanítás:** a zsírt emulgeátorok (anionos, kationos, nem-ionos) vagy szerves oldószerek segítségével eltávolítják;
- **Pácolás:** a bőr további lazítása és cserzőoldatok számára való előkészítése egy sókat és savakat (HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, szerves savak, NaCl) tartalmazó oldat segítségével történik. A bőrben található aminosavak karboxil csoportjait a savak blokkolják és így a cserzőanyag apró molekulái a bőr mélyebb rétegeibe hatolhatnak;
- **Cserzés:** cserzőanyagként leggyakrabban króm(III)-sókat használnak, esetenként alumínium és cirkónium só adalékkal kiegészítve. Amikor a cserzőanyag kis molekulái az anyagba behatoltak, lúg (általában nátriumhidroxid) hozzáadásával a pH-t megemelik, és így a bőrben nagy méretű komplexek alakulnak ki. A kötődés ligand-kicserélődés révén valósul meg, mivel a bőr fehérjéinek karboxil csoportjai nagyobb affinitásúak, mint az ásványi komplex ligandjai. A folyamat eredményeképpen jön létre az ún. “nedves-kék” bőr. Különleges bőrtulajdonságok kialakításához egy második cserzési lépésre is szükség van;
- **Festés, puhítás:** A legtöbb esetben festést alkalmaznak, hogy az anyag kívánt színét elérjék, a puhítás pedig a bőr simaságának, szilárdságának és rugalmasságának kialakításához szükséges. Ez utóbbi eljárás (természetes vagy mesterséges) kenőzsírok alkalmazásával lehetővé teszi, hogy a bőr rostjai elcsússzanak egymáson, és így elejét veszi, hogy az anyag mechanikai stressz (hajlítás) hatására károsodjon;
- **Kikészítés:** a barkás bőrt (grain leather) általában felületkezelésnek vetik alá, melynek során vizes vagy szerves oldószerben lakkot és/vagy színezőanyagokat, és más adalékokat tartalmazó gyantát adnak hozzá. A bőrtermékeket általában több bevonó réteggel (alap bevonat, hatásos bevonat, felső bevonat) látják el. Ezek a rétegek pigmenteket és(vagy) poliuretánból és más polimerekből álló diszperziós mátrixba ágyazott fém-komplex festékeket, esetenként viaszt, kollódiúmot stb. tartalmaznak. Az antilopbőr esetén a kikészítési lépést általában elhagyják;
- **Mosás:** a cserzést és festést követően a bőrt mossák. A cserzést követő mosás során keletkező mosóvíz a semlegesítési lépés miatt nagy koncentrációban tartalmaz sókat, és szabad festék vagy cserzőanyag előfordulásával is számolni kell.

A különböző eljárások részletesebb leírása az irodalomban található (pl. UBA, 1988; Endisch és mti., 1984)

### 3. A kibocsátás becslése

Az Európai Unió országaiban a bőripar termelési volumenére és a termelés eloszlására vonatkozó adatok e pillanatban még nem tekinthetők teljesnek. Németországban a becslés szerint a termelés  $1 \text{ t} \cdot \text{nap}^{-1}$  és  $30 \text{ t} \cdot \text{nap}^{-1}$  között lehet. Ha pontos adat nem áll rendelkezésre,

alapértékként  $15 \text{ t} \cdot \text{nap}^{-1}$  –ot vehetünk a “naponta előállított termékek tömegére” (W1) (Das Leder, 1992).

### 3.1. Szilárd hulladékok

Szilárd hulladékok főleg a használt bőrtermékekből keletkeznek. Az így keletkező hulladék legnagyobb része (cipők, ruhák) a háztartási hulladékba kerül, és vagy szeméttégetőben semmisül meg, vagy lerakás (landfill) révén a talajba jut. A bőripar végtermékei által létrehozott expozíciós koncentrációk általában nem adhatók meg pontosan, mivel nagyszámú, diffúz formában érvényesülnek.

### 3.2. Szennyvizek

A gyár kapacitásától, az egyes gyártási folyamatok (cserzés, festés stb.) technológiájától és a szennyvíz feldolgozásának módjától függően a keletkező víz térfogata és az egyes összetevők koncentrációja nagyon széles határok között változhat. Az egyes konkrét feldolgozási lépésekben keletkező szennyvíz összetétele azonban jellegzetességeket mutat.

Azokban a gyárakban, amelyek a nyersbőr feldolgozásától kezdve a végső bőrtermék előállításáig valamennyi lépést integráltan magukban foglalják, tipikusan  $35 \text{ [l} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ nyersbőr]}$  vízfogyasztással számolhatunk, míg azokban, amelyekben csak a “nedves-kék” bőr feldolgozása (finomítása) folyik, átlagosan  $18 \text{ [l} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ nyersbőr]}$  érték jellemző. Bár a szennyvíz mennyiségét nem vesszük figyelembe, amikor egy anyag kibocsátását a tömegáramlás módszerével határozzuk meg, ez az adat fontos a keletkező szennyvíz mennyiségének számolásánál, amely összességében nem haladhatja meg, de nem is érheti el a kommunális szennyvíztisztítási összkapacitást (lásd 3. Fejezet 2.3.7 szakasz).

Az áztatás, meszezés, mésztelenítés, pácolás és cserzés lépéseit “nedves kikészítési eljárások” név alatt foglalhatjuk össze. A nedves eljárások eredményezik a “nedves-kék” bőrt, amelynek mennyisége  $1.000 \text{ kg}$  nyers állati bőrből kiindulva általában nem több mint  $250 \text{ kg}$ . Egyes gyárak a nedves-kék bőr finomítására (második cserzés, festés, zsírozás) specializálódtak. Az átlagos vízfelhasználási értékek részletesen az 1. táblázatban találhatóak.

A helyi vízügyi hatóságok feladata, hogy a kibocsátott szennyvizek pH-ját, szerves anyag tartalmát és egyes fémekre (pl.  $\text{Cr}^{3+}$ ) vonatkozó maximális megengedett koncentrációját megszabják, és állandóan ellenőrizzék. Ebből következik, hogy a kibocsátott szennyvizet csaknem mindenütt előkezelésnek vetik alá<sup>2</sup>, ami egyes anyagok (pl. festékek) kicsapással való részleges kivonását is magában foglalja.

---

<sup>2</sup>Például, amennyiben egy króm-komplex festék PEC értéke meghaladja a megengedett maximális értéket, feltételezhető, hogy a helyszínen végzett előkezelés ezt a standard határértékre csökkenti.

**1. táblázat.** A bőrgyártás és feldolgozás során keletkező szennyvizek tipikus mennyiségi értékei és jellegzetességei (INFU, 1995).

Eljárás		$\text{m}^3 \cdot \text{t}^{-1}$ nyersbőr
Meszesműhely (meszezés)	<i>áztatás</i>	6
	<i>meszezés</i>	9
	<i>mésztelenítés és pácolás</i>	5
	<b>összesen</b>	<b>20</b>
Cserzés	<i>pácolás és króm-cserzés</i>	1
	<i>króm-cserzés utáni mosás</i>	1,5
	<b>összesen</b>	<b>2,5</b>
Víz kiprélése		<b>0,5</b>
Nedves kikészítés (barkás bőr)	<i>mosás</i>	0,5
	<i>közömbösítés</i>	0,3
	<i>közömbösítés utáni mosás</i>	0,5
	<i>második cserzés, festés, zsírozás</i>	0,3
	<i>mosás</i>	0,7
	<b>összesen</b>	<b>2,3</b>
Nedves kikészítés		<b>1,5</b>
Víz kiprélése		<b>0,2</b>
Mosóvíz		<b>5,0</b>
<b>Összes keletkező szennyvíz</b>		<b>32,0</b>

A cserzőüzemekben a színezékek és technológiai vegyszerek kibocsátásának általában két fő forrása van:

- szállító tartályok és berendezések hulladékként történő elhelyezésekor vagy tisztítása során keletkező mosóvíz;
- az elhasznált fürdők megmaradó hatóanyag tartalma.

### 3.2.1. Bőrfestés

A cserzőüzemek festékkibocsátásának fő forrása a használt festőoldatok leeresztése. A festéshez a bőr mindkét oldalán savas festékeket (a felhasználás 90 %-a), fém-komplex festékeket és kisebb mértékben kationos festékeket használnak. A festésnek két alapvető módja ismert:



- dob-festés (drum-dying; a domináns módszer)
- bedörzsölés (< 1 %)

A specifikus vízfelhasználás  $\text{m}^3 \cdot \text{t}^{-1}$  nyersanyagban megadható értéke az eljárási technikától, a felhasznált víz cirkuláltatásától és a végtermék fajtájától függ.

Amennyiben a festés típusára, a folyadékarányra és az egyensúlyi állandóra (“adszorpciós állandó”) vonatkozóan általános becslésekkel élünk, a 2. táblázatban megadott fixálódási hányadokkal (F) számolhatunk:

**2. táblázat.** *A fixálódási hányad becsült értéke különböző típusú festékek esetén (ETAD, 1992).*

Festék típusa	Fixálódási hányad (F) átlaga [%]-ban	Tartomány [%]-ban
Kén-festékek	70	65 – 95
Fém-komplexek	94	82 – 98
Pigmentek	100	98 – 100
Ismeretlen/savas csoportok	96	84 - 99

Az egy munkanap során történő kibocsátás az alábbi képlettel számítható ki:

$$E = W1 \cdot W2 \cdot \frac{(100 - F)}{100} \cdot \frac{A}{100} \quad (1)$$

#### Jelmagyarázat:

E	napi kibocsátás	$[\text{kg} \cdot \text{nap}^{-1}]$	
W1	a festett termék mennyisége naponta	$[\text{t} \cdot \text{nap}^{-1}]$	15
W2	a festék és festett termék hányadosa teljes feldolgozás:	$[\text{kg} \cdot \text{t}^{-1}]$	10
	nedves-kék festés:		40
F	a szubsztráthoz kötődött anyag hányada	[%]	lásd 3. táblázat
A	a napi termelésben való részarány tényezője	[%]	50

Figyelembe kell venni azt is, hogy sok helyen csak “nedves-kék” feldolgozás folyik (pl. festés, kikészítés), és teljes feldolgozás viszonylag kevesebb helyen történik.

Arról sem szabad megfeledkeznünk, hogy a W2 a teljes feldolgozás esetén a nyersbőr tömegére utal, míg a nedves-kék feldolgozás (festés) esetén ennek a folyamatnak a kiindulási anyagára. Mivel 1 tonna nyersbőrből mintegy 250 kg nedves-kék anyag keletkezik, nyersbőr tömegre vonatkoztatva a felhasznált festék (W2)  $10 \text{ kg} \cdot \text{t}^{-1}$ , míg nedves-kék anyag tömegre vonatkoztatva a felhasznált festék (W2)  $40 \text{ kg} \cdot \text{t}^{-1}$  (Das Leder, 1995).

*A napi termelésre vonatkozó részarány-tényező (50%) használatát az indokolja, hogy egy adott festékekkel való festés általában nem terjed ki az egész napra.*

### 3.2.2. Bőrfeldolgozás, a festés kivételével (azaz cserzés, pácolás stb.)

Egy munkanap során a kibocsátás az alábbi képlettel számítható ki:

$$E = W1 \cdot W2 \cdot \frac{(100 - F)}{100} \quad (2)$$

#### Jelmagyarázat:

E	napi kibocsátás	[kg · nap <sup>-1</sup> ]	
W1	a festett termék napi mennyisége	[t · nap <sup>-1</sup> ]	15
W2	a kérdéses anyag és a termék hányadosa (információ a bejelentőtől)	[kg · t <sup>-1</sup> ]	
F	a felhasználás hányada Annak aránya, amilyen mértékben a kérdéses anyag kémiaailag átalakul vagy a folyamat során a termékhez kötődik	[%]	

#### 4. Példa

Egy fém-komplex festék esetében, ahol:

$$W1 = 15 \quad [t \cdot \text{nap}^{-1}]$$

$$W2 = 10 \quad [\text{kg} \cdot \text{t}^{-1} \text{ nyersbőr}]$$

$$40 \quad [\text{kg} \cdot \text{t}^{-1} \text{ nedves-kék bőr}]$$

$$F = 98 \quad [\%], \text{ (alapérték, lásd 2. táblázat)}$$

$$A = 50 \quad [\%]$$

$$\begin{aligned} \text{A kibocsátás } E &= 1,5 \quad \text{kg} \cdot \text{nap}^{-1} \quad \text{teljes feldolgozás esetén} \\ &= 6,0 \quad \text{kg} \cdot \text{nap}^{-1} \quad \text{“nedves-kék” festés esetén} \end{aligned}$$

#### 5. IC-5 bőrfeldolgozó ipari kibocsátások hivatkozásai

Umweltbeeinträchtigungende Stoffe im Abwasser der Leder-, der Pelzveredelungs- und der Lederfaserwerkstoffindustrie, (1988), UBA R&D Project No. 102 06 503/03

Endisch, Moog, Schubert, (1984), Von der Rohhaut zum Leder 1 Teil / 2 Teil, Westdeutsche Gerberschule, Reutlingen.

Hinweise und Erläuterungen zur 25. Allgemeinen Verwaltungsvorschrift über Mindestanforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer.

Guidelines for the Assessment of Environmental Exposure to Dyestuffs, (1992), Ecological and Toxicological Association of the Dyes and Organic Pigments Manufacturers (ETAD) Basle.

Das Leder, Heft 5, (1995), p. 109.

“Abwässer und Abfälle aus Ledervorbereitung, Gerberei und Lederveredlung” (1995), First study, Institut für Umweltschutz (INFU) Werner Baumann.

Das Leder, Heft 7, (1992), p. 181.

## **IC-8 Fémkivonó-, finomító- és feldolgozóipar**

**Kockázatbecslés a fémek vágásához és formázásához használt folyadékokban előforduló vegyi anyagok környezetbe történő kibocsátására vonatkozóan**



## 1. Bevezetés

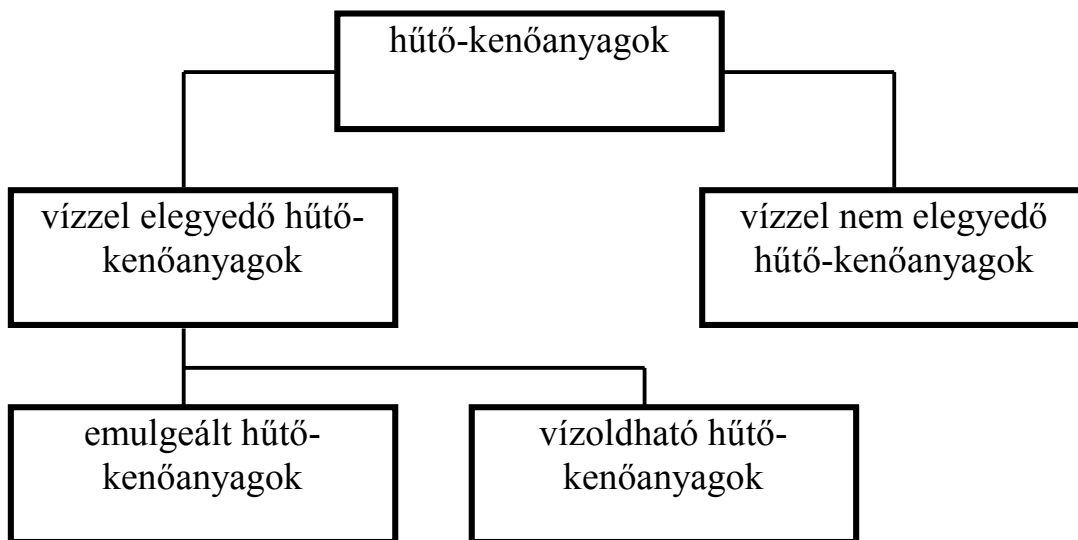
Ennek a dokumentumnak az a célja, hogy a fémfeldolgozás során használt hűtő-kenőanyagokban előforduló vegyszerekről valóságos kibocsátási forgatókönyveket nyújtson (UC-29, UC-35).

A számított becslési értékek a fémmegmunkáló folyadékok normál felhasználási körülményeire kell, hogy vonatkozzanak, de a becslésekben reális legrosszabb eseti számításokat is figyelembe kell venni. A fémmegmunkáló folyadékok előállítása során történő, valamint nem a használat során létrejövő környezeti kibocsátást (pl. kiöntés) ez a dokumentum nem tárgyalja.

## 2. Főbb eljárások

A fémmegmunkálás során a megmunkált tárgy alakját vágó-, és nem-vágó formálással (non-cutting) alakítják. A vágó eljárások közé tartoznak például az esztergálás, fúrás, marás, vágás, csiszolás, gyalulás és tükrösítés (tusírozás). Nem-vágó formálások során a munkaanyagot nyomással (pl. hengerlés), préseléssel-feszítéssel (pl. mélyhúzás), húzással, hajlítással vagy lökéssel alakítják.

A vízzel elegyedő és vízzel nem elegyedő hűtő-kenőanyagokat a fémmegmunkálás során a sűrűség csökkentése, a keletkező hő elvezetése és a vágás helyén keletkező forgácsok eltávolítása érdekében alkalmazzák. A vízzel elegyedő hűtő-kenőanyagok között megkülönböztetünk emulgeált és vízben oldódó anyagokat (lásd 1. ábra)

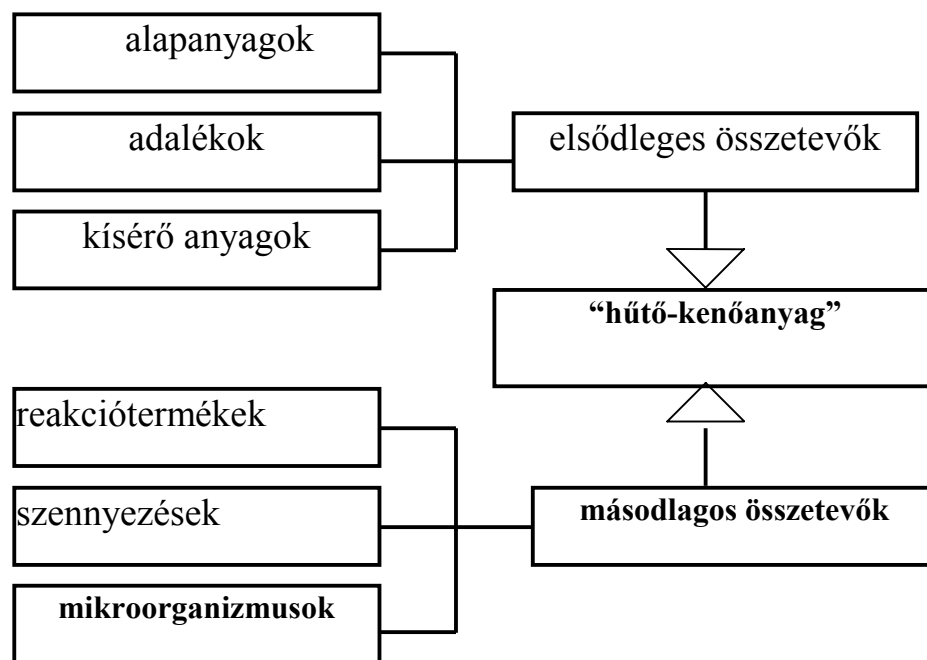


1. ábra. A hűtő-kenőanyagok felosztási sémája

Az adott eljárás követelményeitől függően vízzel elegyedő illetve vízzel nem elegyedő hűtő-kenőanyagokat használnak. A vízzel elegyedő hűtő-kenőanyagokat használat előtt vízzel keverik, tipikusan 1:5 és 1:100 arány között. A keverés eredményeképpen a hűtő-kenőanyagból vagy állandó vizes oldat (a vízoldható anyagokból) vagy emulzió (az emulgeált anyagokból) keletkezik. Ez utóbbi lehet víz-az-olajban vagy olaj-a-vízben típusú.

### 3. A hűtő-kenőanyagok összetétele és alkalmazása

A használat-kész hűtő-kenőanyagok, pontosabban a vízzel elegyedő és nem elegyedő hűtő-kenőanyagok felosztása a 2. ábrán látható.



2. ábra A hűtő-kenőanyagok összetétele (BIA, 1991)

Az alábbi definíciókat használtuk:

Elsődleges összetevők (a kenőanyag közvetlen összetevői):

- **Alapanyagok:** Azok az anyagok (pl. ásványi olajok), vagy egyedi anyagok keverékei tartoznak ide, amelyek a hűtő-kenőanyagok mátrixát adják;
- **Adalékok:** Olyan anyagok, amelyeket kis mennyiségben adnak, hogy a kenőfolyadék kívánt fizikai és kémiai tulajdonságait elérjék. A különböző adalékanyagok felsorolása az 1. táblázatban található;
- **Kísérő anyagok:** Ezek az összetevők az alapanyagok és adalékok szintézise során melléktermékként keletkeznek.

Másodlagos összetevők (a kenőanyag használat vagy tárolás során keletkező összetevői):

- **Reakciótermékek:** Hőbomlás vagy mikrobiális lebomlás eredményeképpen újonnan keletkező anyagok. Ezek az anyagok megváltoztathatják a hűtő-kenőanyag fizikai és kémiai tulajdonságait;

1. táblázat. A hűtő-kenőanyagokban használt adalékok.

Az adalék típusa <sup>1</sup>	A használat célja
Oxidációs inhibitorok	A gyanta, lakk, iszap, savas- és polimer anyagok keletkezésének minimalizálása
Korróziós inhibitorok	A csapágyak és más fémfelületek korróziójának megakadályozása
Rozsdagátlók	A vastartalmú fémfelületek rozsdásodásának megelőzése
Fém deaktiválók	Az oxidációban és korrózióban fellépő katalitikus hatás meggátlása
Kopászátlók	A fémfelületek közötti nagymértékű kopás csökkentése
Karcolás elleni adalék	A fémfelületek extrém nyomás és magas hőmérséklet esetén létrejövő mikro-összetapadásának megakadályozása
Súrlódáscsökkentő	Fémfelületek súrlódásának csökkentése
Viszkozitási tényező javító	A viszkozitás hőmérsékletfüggésének csökkentése
Habképződés gátlók	Stabil hab kialakulásának megakadályozása
Tapadásjavító	Olaj vízben való emulgeálásának elősegítése
Biocidok	Az emulzió élettartamának növelése; kellemetlen szagok keletkezésének megakadályozása
Detergens adalékok	Lerakódások keletkezésének csökkentése vagy megakadályozása magas hőmérsékleten
Diszpergáló adalékok	Iszap keletkezésének és lerakódásának megelőzése vagy késleltetése alacsony hőmérsékleten

<sup>1</sup>Mivel az adalékok különböző kémiai osztályokba tartoznak, kenőanyagokban való előfordulásuk százalékos értékeire alapadatokat itt nem javasolunk. Legtöbb esetben az ilyen értékeket (értéktartományokat) a bejelentő/ipar/felhasználó adja meg.

- **Szennyezések:** Olyan szennyező anyagok, amelyek a használat során a kenőanyagba kívülről kerülnek be; általában a megmunkált tárgyól származnak;
- **Mikroorganizmusok:** A mikroorganizmusok vagy az elsődleges összetevők révén, vagy kívülről bejutó szennyezés útján kerülnek a hűtő-kenőanyagba. A mikroorganizmusok szaporodása, különösen az emulziók esetében, jelentős mértékben csökkentheti a hűtő-kenőanyag élettartamát.

Mechanikai munkavégzési eljárások során a hűtő-kenőanyag, amely forgácsokat, felületi darabokat és olajmaradványokat abszorbeál, zárt körben kering. A központi szállítórendszer a szilánkok, fogácsok stb. eltávolítására leválasztókat tartalmaz, valamint egy olyan egységet, amely kenőanyag finom tisztítását végzi (szűrő). A fémfelületekhez tapadt olajat ezt megelőzően egy olajleválasztó távolítja el.

Az emulziók keringési ideje korlátozott. Idegen anyag tartalmuk lassan növekszik és a bennük fellépő mikrobiális bomlás kellemetlen szag kialakulását és a csövekben iszap lerakódását eredményezi. Az egyedülálló gépek és kis központi szállítórendszerek általában kevesebb, mint 5 m<sup>3</sup> hűtő-kenőanyagot tartalmaznak, míg a nagy központi rendszerekben akár 100 m<sup>3</sup> vagy még több anyag is lehet. A hűtő-kenőanyag két cseréje közötti idő tipikusan 6 hónap és 1 év között változik.

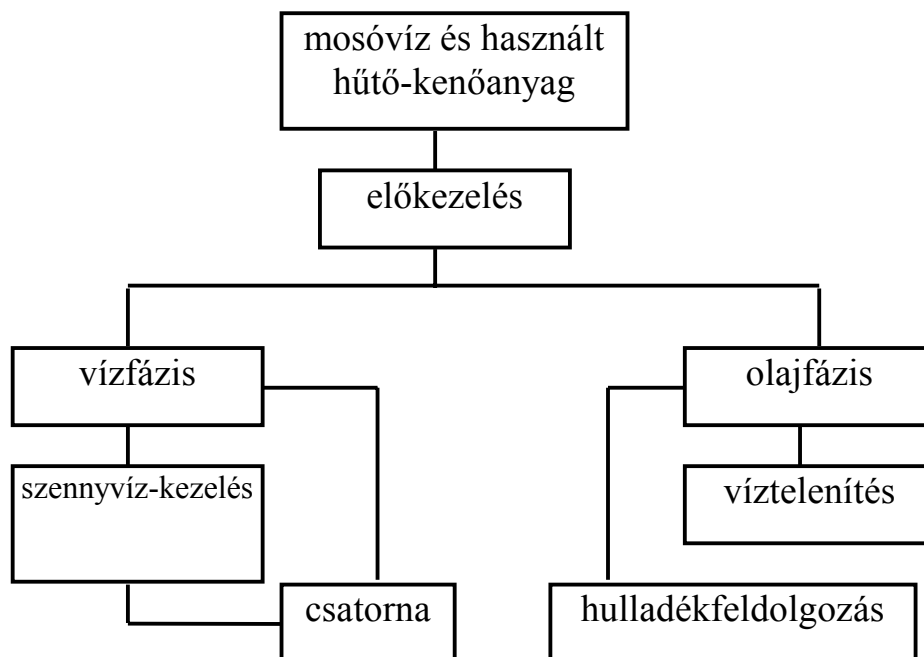
## 4. A hűtő-kenőanyagokban használt vegyi anyagoknak való környezeti expozíció

### 4.1. Általános bevezető

A vízzel elegyedő hűtő-kenőanyagokban használt vegyi anyagok környezeti kibocsátásának becslése azon a feltételezésen alapszik, hogy a kibocsátás nagy része az ipari felhasználás szakaszában történik. A 3. ábra sematikus módon mutatja egy hűtő-kenőanyag fémvágó és fémformázó gyártelepen való belső anyagáramlását. A víz szennyezése történhet:

- a használt hűtő-kenőanyag emulziókból (emulzió hulladékból);
- a gépek, eszközök, csövek és munkadarabok mosásából és tisztításából származó folyadékokból.

A vízzel nem elegyedő használt hűtő-kenőanyagokat előkezelik (finomítják) majd, összetevőitől függően veszélyes hulladékként helyezik el (szemétégetőben).



3. ábra A szennyvíz és szennyvízfeldolgozás folyamatábrája (UBA, 1994).

### 4.2. Az emulzió megszüntetése és a másodlagos kezelés

A hűtő-kenőanyagok azon oldatait, amelyek súlyos mikrobiális bomlást és nagymértékű szennyezettséget mutatnak, és amelyeket nem lehet már felújítani, emulziós feldolgozásnak vetik alá. A feldolgozás általában négy lépésben zajlik:

- olaj/víz emulzió leválasztás;
- olajfázis leválasztás;
- a vízfázis másodlagos kezelése;
- az olajfázis másodlagos kezelése.



Az emulziók megszüntetése történhet kémiai eljárással (pl. indukálható sókkal, savakkal vagy kationos polimerekkel) vagy fizikai folyamatban (pl. ultraszűréssel vagy adszorpciós eljárással). A kémiai feldolgozás során az emulzió megszüntetése savak és fémsók hozzáadásával történik. Az olajfázis és a vízfázis elválik egymástól. A fizikai elválasztási eljárások során só hozzáadása nem történik. Az ultraszűrt oldatok olajtartalma általában kevesebb, mint 20 mg/l, és amennyiben nem tartalmaznak más szennyező anyagokat (pl. nehézfémeket), amelyek további adszorpciós kezelést igényelnek, közvetlenül a csatornába engedhetők.

A csatornába engedés előtt azonban, a legtöbb esetben, szükség van a vizes fázis másodlagos kezelése is. Ha az emulzió megszüntetésében kémiai elválasztási lépéseket is alkalmaznak, a fázisszétválasztást követően a vizet semlegesíteni kell. Az esetleges nehézfém szennyezést el kell távolítani, amit leggyakrabban a semlegesítést követő kicsapással érnek el. A semlegesítést, ülepitést és iszapszűrést követően a vízfázist általában a csatornába engedik.

Leggyakrabban a leválasztott olajfázist is további kezelésnek kell alávetni. Ennek maradék víztartalma elérheti az 50–60 %-ot. Különálló gyarak kis mennyiségű olajkoncentrátumát újra feldolgozzák vagy kiöntik.

### 4.3. A PEC érték számolása

Mivel a fémvágó “ipar” komplex és inhomogén szerkezetű (nem egy valódi iparág) az alábbi számítás alkalmazását egy nagy fémfeldolgozó üzemre javasoljuk. Ez a scenárió összhangban van egy ésszerű legrosszabb eseti megközelítéssel.

Egy nagy, saját biológiai szennyvíztisztítóval rendelkező fémfeldolgozó üzem folyóvízbe való kenőanyag kibocsátására jellemző PEC értéket az alábbi képlettel számíthatjuk ki:

$$PE_{\text{Chelyi víz}} = \frac{C_{\text{wp}} \cdot f_r}{ID \cdot D} \cdot \frac{100 - P}{100} \quad (1)$$

#### Jelmagyarázat:

$C_{\text{wp}}$	a vegyszer koncentrációja a kenőanyag kezeletlen szennyvizében (lásd az alábbi fejezeteket)	[mg · l <sup>-1</sup> ]	
$f_r$	az adalékanyagra jellemző tényező		1
P	a szennyvíztisztítóban történő elimináció százaléka	[%]	
ID	nagyobb fémfeldolgozó üzemre érvényes belső hígítási tényező (pl. autógyártó ipar) (alapérték, lásd UBA, 1994)	[-]	10
D	a folyóvizekbe való kibocsátásra jellemző hígítási tényező	[-]	10

### 4.3.1. Vizalapú hűtő-kenőanyag oldatok

A vízben oldható hűtő-kenőanyagok esetében a vegyi anyag koncentrációja a kenőanyag kezeletlen vizes fázisában ( $C_{wp}$ ) hasonló, mint az anyag koncentrációja a kenőanyag oldatában ( $C_{lub}$ ). A pontos értéket vagy a bejelentő adja meg, vagy a kenőanyag és a víz keverési arányból számítható ki.

### 4.3.2. Hűtő-kenőanyag emulziók

Egy vegyi anyag olaj- és vizes fázis közötti megoszlását az emulzió használata során első közelítésben az n-oktanol/víz megoszlási hányadossal írhatjuk le. Nernst "megoszlási törvénye" értelmében a  $C_{wp}$  értéket az alábbi képlettel számíthatjuk:

$$C_{wp} = C_{emul} \cdot \frac{m + 1}{\log Kow \cdot m + 1} \quad (2)$$

#### Jelmagyarázat:

$C_{emul}$	a vegyi anyag koncentrációja az emulzióban	$[mg \cdot l^{-1}]$	
m	az olajfázis/vízfázis térfogataránya	[-]	1/20
logKow	n-oktanol-víz megoszlási hányados	[-]	

### 4.3.3. Vízrel nem elegyedő kenőanyagok

A vízrel nem elegyedő kenőanyagok (tisztá olajok) adalékanyagainak kibocsátása megadható a mosás (pl. eszközök, munkadarabok) során keletkező szennyvíz és vizalapú tisztító folyadékok segítségével.

Mivel általános forgatókönyv e kibocsátásra jelen pillanatban nem áll rendelkezésre, a becslést a Technikai Útmutató 2. Fejezetének I. mellékletében található alap kibocsátási tényezők (release factor) segítségével érdemes elvégezni.

## 5. Példa egy hűtő-kenőanyagban használt adalékanyag PEC értékének számítására

#### Adatspecifikáció:

Példa: korróziós inhibitor egy vízrel elegyedő emulgeált hűtő-kenőanyagban	
Koncentráció az emulgeált hűtő-kenőanyagban: (információ a gyártótól)	$500 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$
Az olajfázis/vízfázis térfogati aránya (alapérték)	1 : 20
logKow	2,3
Az adalékanyagra jellemző tényező (egy nagy gyárban a különböző kenőanyag típusok esetében más és más korróziós inhibitort használnak)	20 %
Belső hígítási tényező (alapérték)	10
Elimináció a biológiai szennyvíztisztítás során (fiktív)	80 %
A folyóvízbe való kiöntésre jellemző hígítási tényező, D (alapérték)	10
$C_{wp} = 47.8 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ (az 1. egyenletből)	
$PEChelyi_{viz} = 19 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ (a 2. egyenletből)	

## **6. IC-7 b6rfeldolgoz6 ipari kibocs6t6sok hivatkoz6sai**

WHG (1992) Hinweise und Erl6uterungen zum Anhang 40. – Metallbearbeitung, Metallverarbeitung – der Allgemeinen Rahmen-Verwaltungsvorschrift 6ber Mindestanforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gew6ssern; erarbeitet vom Gespr6chskreis 33/35 zu § 7a WHG (1992).

BIA (1991), BIA-Report 3/91, K6hlschmierstoffe, Schriftenreihe des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Berufsgenossenschaftliches Institut f6r Arbeitssicherheit.

UBA (1994) Private communication between German Federal Environmental Agency and German car manufacturing industry.



## **IC-10 Fotóipar**

**Kockázatbecslés a fotokémiai vegyszerek környezetbe történő kibocsátására  
vonatkozóan**



## 1. Bevezetés

Ennek a dokumentumnak az a célja, hogy áttekintést adjon a fotóiparban használt vegyszerek (*fotokémiai vegyszerek*, IC-10, UC: 42) környezeti expozíciós forgatókönyveiről és hogy tanácsot adjon a vizes fázisban létrejövő környezeti koncentrációk realiztikus legrosszabb eseti körülmények közötti számolásához. Az orvosi röntgenfilmek kidolgozása főképp kórházakban történik, ez a forrás és a nyomtatási munkák nem képezik e dokumentum tárgyát. A használt előhívó oldatok egy részét összegyűjtik, feldolgozzák, kiöntik vagy visszanyerik. Az ezen folyamatok során történő környezeti kibocsátás itt nem kerül tárgyalásra.

A fotokémiai vegyszereknek két fő alkalmazási területe van:

- kidolgozó oldatok összetevői (előhívó, fixír, gyengítő, gyengítő-fixír)
- fotográfiai anyagok összetevői (film, papír)

A fotóeljárások során a vegyi anyagok a termék, a felhasználatlan anyagok vagy a hulladék révén is a környezetbe kerülhetnek, de a legnagyobb kibocsátás az előhívó laboratóriumok szennyvízkibocsátása révén történik.

A fotóipar által használt vegyszerek környezetbe történő kibocsátását a termeléssel foglalkozó specifikus expozíciós forgatókönyveknél találhatjuk. A formulázás során történő kibocsátást a 2. Fejezet I. mellékletének A és B táblázatában fellelhető IC-10 értékek adják meg. A termék egész életciklusa alatti "levegő" és "talaj" elemekbe való kibocsátással kapcsolatban az olvasó szintén forduljon a 2. fejezet I. mellékletének A és B táblázatában fellelhető IC-10 értékekhez.

## 2. Fotográfiai eljárások

Az exponált film az emulziós réteg finoman elosztatott ezüst halogenid kristályaiban rögzített, a fény által létrehozott képi információt hordoz. A fotókidolgozásnak két alapvető formáját különböztetjük meg, amelyeken kívül a fotóanyag előhívására más eljárást alig használnak:

- negatív/pozitív eljárások
- fordító eljárások

Ezeket az eljárásokat mind a fekete-fehér (monokróm), mind a színes (polikróm) fotográfiában használják. Az eljárásokat a Kodak rövidítéseinek megfelelően osztályozási kódrendszer alapján soroljuk be. Az 1. táblázatban találhatjuk a standard eljárásokat és azt, hogy az egyes eljárások Németországban a teljes feldolgozás mekkora hányadát teszik ki.

A fotóipar EU-beli szerkezetéről, piaci részesedés szerinti megoszlásáról nincs teljes képünk. A német piacról rendelkezésre álló adatok azt mutatják, hogy a színes fotográfiában (amatőr szektor) a kidolgozás területén néhány nagy cég (> 30.000 m<sup>2</sup> színes papír/év) dominál. Az évente feldolgozott 60 millió m<sup>2</sup> színes papírnak és 6 millió m<sup>2</sup> színes filmnek (negatív, dia, keskeny film) mintegy 80 %-a 80 üzemben kerül feldolgozásra (Baumann, 1994).

**1. táblázat** *A standard eljárások és a németországi film- és papírfeldolgozásban 1991-ben képviselt hányaduk (Baumann, 1994).*

<b>Eljárás</b>	<b>Kód</b>	<b>A németországi teljes feldolgozás hányada [M m<sup>2</sup>]</b>
Színes negatív-kidolgozás	C-41	4,2
Színes papír-kidolgozás	EP-2/RA-4	51,6
Színes fordító film-kidolgozás	E-6	1,6
Színes fordító papír-kidolgozás	R-3	2,2
Mozi- és tévéfilm negatív kidolgozás	ECN-2	0,2
Mozi- és tévéfilm pozitív kidolgozás	ECP-2	2,0
Mozi- és tévéfilm fordított kidolgozás	VNF-1	0,2
Fekete/fehér (negatív/pozitív; dia)	--	35

## 2.1. Negatív/pozitív papír- és film eljárások

A negatív/pozitív eljárásoknál először a negatívot állítják elő. Ennek a pozitív anyagra (papír vagy film) történő másolása eredményezi az eredetihez hasonló képet. A fénynek kitett ezüst-halogenid a hívó közegében fémezüstté redukálódik (elsődleges ezüst képmás). A fénynek ki nem tett ezüstöt egy következő fixálási lépésben az emulziós rétegből eltávolítják. A megmaradó negatív képet exponálás segítségével viszik pozitív anyagra (filmre vagy papírra).

### **Előhívás:**

*hívó + exponált ezüst halogenid → oxidált hívó + fémezüst*

### **Fixálás:**

*nem-exponált ezüst halogenid + komplexáló ágens → ezüst komplex*

### 2.1.1. Kromogén előhívás

A fekete-fehér eljárásokhoz hasonlóan az exponált ezüst-halogenidet a hívóval elemi ezüstté redukálják, így állítva elő az elsődleges ezüst képmást. A fekete-fehér eljárásoktól eltérően azonban itt a hívó oxidált formája az emulziós rétegben található színes kapcsolóanyaggal egy kromogénikus folyamatban színekialakulást idéz elő.

*oxidált hívó + színes kapcsolóanyag → szín*

### 2.1.2. Gyengítés

Az ezüst képet, mivel csökkentené a színek ragyogását, gyengítő fürdőben eltávolítják. A gyengítő oldatban oxidáló ágensek, mint ammónium-ferro(III)-EDTA vagy kálium-hexaciano-ferrát(III) segítségével az elemi ezüstöt újból ezüst ionná oxidálják, amely ezután ezüst halogeniddé alakul. Ebben a formájában a nem exponált ezüst halogeniddel együtt az alábbi fixálási lépésben kimosható.



*elemi ezüst + Fe(III) komplex → ezüstion + Fe(II) komplex*  
*ezüst ion + komplexáló ágens → ezüst komplex*

A negatív/pozitív eljárások színes negatív képet hoznak létre, amelynek pozitív anyagra (papír, film) való expozíciója eredményezi a valódi színes képet.

## 2.2. Fordító eljárások

A fordító eljárások a pozitív képet közvetlenül hozzák létre. A színes fordító eljárás esetén először hagyományos fekete-fehér előhívás történik, amely negatív ezüst képet eredményez. Az első expozíció során nem exponálódott ezüst halogenidet ezt követően vagy egy második fordító exponálás, vagy fordító fürdőben történő kémiai kezelés során alakítják át. Ennek eredményeképpen az ezüstöt az eljárás végén gyengítő és fixír segítségével távolítják el.

## 3. Kidolgozó oldatok

A fotóhívási eljárásokban használt oldatok összetétele és koncentrációja világszerte standardizálva van, így a film a gyártótól függetlenül mindenütt pontosan ugyanolyan fürdőben kerülhet előhívásra.

### 3.1. Kidolgozó oldatok formulázása koncentrált oldatként

A fotokémiai vegyszerek koncentrált oldatait az egyedi összetevők vízben, vagy vízben jól oldódó oldószerben való oldásával és keverésével állítják elő. A kibocsátás történhet:

- a csatornába: a keverőeszközök tisztítása során egy kevés anyag a csatornába kerülhet;
- folyékony hulladékként: használt oldatok vagy hibás oldatok formájában.

### 3.2. A kidolgozó oldatok használata

A kidolgozó vegyszereket általában koncentrált oldat formájában árulják, amelyekből a munkaidőket vízzel való hígítással nyerhetjük. A kidolgozandó anyagtól függően az alábbi lépésekre lehet szükség:

- **Előhívás:** Ahhoz, hogy az exponált emulzióban látható kép keletkezzen, a látens képet adó kristályok minden ezüstionját fém ezüstté kell redukálni. Ebből a célból az exponált ezüst halogenidet előhívó oldat segítségével redukálhatjuk, amely a hívó oxidációjával jár együtt, és létrehozza az elsődleges ezüst képet. A színes fotográfiában a színeket egy következő lépésben az oxidált hívó és az emulziós rétegben található színes kapcsolóanyagok reakciója hozza létre;
- **Gyengítés:** A gyengítő oldat a kicsapódott fém ezüstöt eltávolítja az emulziós rétegből. A fém ezüstöt oxidáló ágens az ezüst sóvá alakítja, ami a következő lépésben könnyen eltávolítható;
- **Fixálás:** Az expozíciónak ki nem tett ezüst halogenidet és a színes anyagok esetében alkalmazott gyengítés során keletkezett ezüst sókat az emulziós rétegből eltávolítják, és csak az ezüst- vagy színes kép marad vissza. Az ezüst sókkal a fixáló ágens vízben oldható ezüst komplexet alkot;

- **Gyengítés-fixálás:** A fotópapír kidolgozása során a gyengítő oldat és a fixír egyesíthető;
- **Fordítás:** A film nem exponált területein látens ezüst képszemcséket hoz létre a fordító fürdő vegyületei segítségével. Csak diaanyag esetében használható;
- **Leállítás:** Az előhívás pillanatszerű leállítása céljából a fotóanyagot a hívóból savas fürdőbe viszik át, amelynek a pH-ja általában 3 és 5 között van;
- **Kondicionálás:** A kondicionáló fürdőt a rákövetkező gyengítő lépés meggyorsítása érdekében alkalmazzák. Csak diaanyag esetében alkalmazható;
- **Tisztítás:** A gyengítő anyag maradványainak az emulziós rétegből való eltávolítása érdekében a fordítás során főképp szulfitokat tartalmazó tisztító fürdőt használnak ;
- **Stabilizálás:** Az el nem használt kapcsoló vegyületek megkötése;
- **Mosás:** A végső mosási lépésben az emulziós rétegből a fürdők összetevőinek maradványait a lehetőségekhez mérten minél teljesebb mértékben eltávolítják. Az egyes fürdők alkalmazása közötti öblítési lépések minimalizálják a fürdők egymással való beszennyezését.

### 3.2.1. A kidolgozó oldatok összetevői

A fürdő összetétele az eljárástól függ. A kidolgozó oldatok különböző adalékainak összetevőit összefoglalóan a 2. táblázat ismerteti.

### 3.3. Kibocsátás becslése

A fotóanyag kidolgozására a legtöbb esetben automatikus kidolgozó berendezéseket használnak. A fenti folyamatokban, különösen a folytonos üzemű készülékek alkalmazása esetén, fotokémiai vegyszereket tartalmazó szennyvíz keletkezik:

- a kidolgozó oldatokból származó túlsordulásból;
- az egyes lépések között, illetve a kész kép mosásakor keletkező mosóvíz formájában.

2. táblázat. A kidolgozó fürdők összetétele

Kidolgozó oldat	Az összetevő funkciója	Mennyisége színes fürdőben [g · l <sup>-1</sup> ]	Mennyisége fekete-fehér fürdőben [g · l <sup>-1</sup> ]
Előhívó	Előhívó	4 – 11,5	11 – 15
	Antioxidáns	0,5 – 6,5	35 – 50
	Lúgos puffer	11 – 30	20 – 25
	Komplexáló ágens	0,1 – 4	4 – 5
	Ködtelenítő	0,4 – 1,6	4,5 – 10,5
	Kiegészítő oldószer	12 – 19	17
Gyengítő	Gyengítő anyag	50 – 180	9
	Gyorsító	0,2 – 0,4	--
	Újrahalogénező ágens	65 – 190	--
Fixír	Fixáló ágens	70 – 180	110 – 140
	Savas puffer	--	5 – 9
	Keményítő ágens	--	kb. 5
	Antioxidáns	5 – 30	2 – 11
Gyengítő fixír	Fixáló anyag	40 – 90	
	Gyengítő anyag	55 – 160	
	Keményítő ágens	--	
	Antioxidáns	5 – 30	
Stabilizátor	Stabilizáló szer	0,5 – 8	--
Kondicionáló	Antioxidáns	7 – 12	--

Az oldatok aktivitásának megőrzése és a használt vegyszerek felhalmozódásának elkerülése céljából az oldatokhoz állandóan friss oldatokat adnak. A friss oldat mennyiségét a kidolgozott fotóanyag összfelülete határozza meg.

A túlsordult oldat térfogatát a szükséges frissítési ráta és az első előhívó folyadékot tartalmazó edény átviteli rátája határozza meg. Mivel a film az egyik oldatból a másikba kerül, némi kidolgozó oldat az előző előhívó folyadékot tartalmazó edényből óhatatlanul átkeverül a következő előhívó folyadékot tartalmazó edénybe (átvitel). A következő előhívó folyadékot tartalmazó edényekben az átvitt térfogatot a közel azonos bevitt térfogat kompenzálja:

$$V_{\text{túlsordult}} = V_{\text{frissítő}} - V_{\text{átvitt}} \quad (\text{az első előhívó folyadékot tartalmazó edényre érvényes})$$

Ha specifikus adat nem áll rendelkezésre, azzal a feltételezéssel érdemes élni, hogy a következő előhívó folyadékot tartalmazó edény megfelel egy köztes mosásnak. Ha ismert, hogy a következő előhívó folyadékot tartalmazó edény egy kidolgozó fürdő, úgy érdemes kalkulálni, hogy az átviteli ráta a következő mosó/előhívó folyadékot tartalmazó edényben tízszer alacsonyabb.

A kidolgozó oldattól és az eljárástól (pl. színes film és papír, fekete-fehér / művészi grafikai film és papír) függően a frissítési ráták 20 és 2.000 [ml · m<sup>-2</sup>] között változhatnak (EPI, 1992);

a standard C-41 és RA-4/EP-2 eljárások esetében az érték 300 és 1.300 [ml · m<sup>-2</sup>] között van. A magasabb értékek a filmfeldolgozási eljárásokra érvényesek (lásd 3. táblázat).

**3. táblázat** *A leggyakrabban használt standard C-41 és RA-4/EP-2 eljárások esetében alkalmazott frissítési ráták (AGFA, 1992/1994).*

Standard színes negatív film eljárás C-41		Standard színes papír eljárás RA-4 / EP-2	
<i>Fürdő</i>	<i>Frissítési ráta [ml · m<sup>-2</sup>]film</i>	<i>Fürdő</i>	<i>frissítési ráta [ml · m<sup>-2</sup>] papír</i>
Hívó	1290	Hívó	160 – 325
Gyengítő	900	gyengítő-fixír	215 – 325
Fixír	900	Gyengítő	325
Végső	900	Fixír	325

A fixír és gyengítő-fixír oldatokat az ezüst visszanyerése céljából összegyűjtik. A szennyvizek kibocsátása a helyi hulladék-ártalmatlanításért felelős hatóságok előírásai szerint és ellenőrzésével történhet. A legnagyobb mennyiségű szennyvíz a mosások és öblítések során keletkezik. 1 m<sup>2</sup> anyag kidolgozása során 1 – 30 liter (tipikusan 10 – 20 liter) vizet használnak öblítésre (EPI, 1992).

A kiöntésre szánt kidolgozó oldatot, amennyiben engedélyezve van, a mosó szennyvízhez fokozatosan szabad csak hozzáadni, hogy lényegesen felhíguljon. Egy nagy volumenben kidolgozó üzemben az egyes eljárások során keletkező napi szennyvízmennyiség a 4. táblázatban található. Az átlagos napi szennyvízmennyiség 20 l/m<sup>2</sup> kidolgozott anyag.

**4. táblázat** *A különböző kidolgozási eljárásokban keletkező szennyvíz mennyisége (Baumann, 1994).*

Kód	Eljárás	Kidolgozott összfelület [m <sup>2</sup> · nap <sup>-1</sup> ]	Öblítővíz [l · m <sup>-1</sup> ]	Szennyvíz [m <sup>3</sup> · nap <sup>-1</sup> ]
C-41	Színes negatív	100	50 – 100	5 – 10
RA-4/EP-2	Színes papír	1500	10	15
E-6	Színes dia film	20	60	1
R-3	Színes fordító papír	230	60	14
	Fekete-fehér film	3	130	0,3
	Fekete-fehér papír	45	20	0,9
	<b>ÖSSZESEN</b>	<b>1898</b>	<b>330 - 380</b>	<b>37,2 – 42,2</b>

Németországban a fotográfiai oldatok újrahasznosítására a nagy laboratóriumokban rendkívül fejlett eljárásokat alkalmaznak. Az összes kidolgozásra kerülő film és papír mintegy 80 %-a újrahasznosított fürdőkebe kerül. Az átlagos túlsordulási hányad, ami a szennyvízbe kerül, a frissítő rátának csak mintegy 10 – 20 %-a (Baumann, 1994; AGFA, 1992/1994).

Az öblítővíz az öblítést megelőző utolsó kidolgozó oldat egyes komponenseit tartalmazza (EPI, 1992). Az 5. táblázatban az eljárástól és készüléktől függő átviteli ráta adatok találhatóak.

**5. táblázat.** *Átviteli ráták (Baumann, 1994; AGFA, 1992/1994)*

anyag/készülék	Átvitel [ml · m <sup>-2</sup> ]
Film	80
színes papír	60
bemerítő készülék	100 - 150

A kidolgozó oldatban található összetevők környezetre gyakorolt hatásának értékelésére megfelelő feltételezésekkel az alábbi egyenletek használhatók:

A fürdő túlsordulásából származó folyadékmennyiség (frissítési ráta) a kidolgozás során a szennyvízbe kerül

A kibocsátás [g · nap<sup>-1</sup>] az alábbi képlettel becsülhető:

$$E = C \cdot W \cdot RR \cdot \frac{(100 - R)}{100} \quad (1)$$

**Jelmagyarázat:**

E	napi kibocsátás	[g · nap <sup>-1</sup> ]	
C	a kérdéses anyag tartalma friss oldatban (információ a bejelentőtől), vagy az egyensúly elérése után (2.táblázat)	[g · l <sup>-1</sup> ]	
W	a naponta kidolgozott összfelület	[m <sup>2</sup> · nap <sup>-1</sup> ]	2.000 (4. táblázat)
RR	az elhasznált kidolgozó oldat (frissítési ráta)	[l · m <sup>-2</sup> ]	350 (2. táblázat)
R	a kidolgozás során eltávolított vagy átalakított százalék (0% az anyag tartalmára vonatkozóan az egyensúly beállta után)	[%]	

A kidolgozók a fürdők túlsordulásából származó folyadékmennyiséget újrahasznosítják. Egy része, amely nem alkalmas újrahasznosításra, az átviteli rátával a szennyvízbe kerül.

A kibocsátás [g · nap<sup>-1</sup>] az alábbi képlettel becsülhető:

$$E = C \cdot W \cdot (RR \cdot \frac{NR}{100} + CO) \cdot \frac{(100 - R)}{100} \quad (2)$$

### **Jelmagyarázat:**

Lásd az előbbi képletet is

NR	újrahasznosításra nem alkalmas százalék	[%]	20
CO	átviteli ráta	[l · m <sup>-2</sup> ]	0,1

A fürdő túlcordulásából származó folyadékot összegyűjtik és nem öntik a szennyvízbe. A hatóanyaggal kiegészített túlcordult folyadékot frissítésre használják, vagy külsőleg öntik ki. Az átviteli rátának megfelelő folyadékmennyiségek a szennyvízbe kerülnek.

A kibocsátás [g · nap<sup>-1</sup>] az alábbi képlettel becsülhető:

$$E = C \cdot W \cdot CO \cdot \frac{(100 - R)}{100} \quad (3)$$

A kidolgozó oldatokban található vegyszerekből származó expozíció becslésére az 1. egyenletet használjuk a frissítési ráta figyelembevételével.

#### **4. A fotográfiában használt anyagok összetevői**

Az emulziós rétegek az összetevők alábbi funkcionális csoportjait tartalmazzák (Baumann, 1994):

- fényérzékeny anyagok (különböző szemcseméretű ezüst-halogenid kristályok);
- színes kapcsoló anyagok (colour couplers; az oxidált hívóval együtt kialakítják a színeket);
- érzékenyítők (a fotóanyag érzékenységét befolyásolják);
- korrekciós festékek (a fényérzékeny filmet a nem kívánt hullámhossz tartományban védik);
- spektrális érzékenyítők (egy bizonyos hullámhossztartományban a fotóanyagnak különleges érzékenységet kölcsönöznek);
- ködtelenítők (megakadályozzák az ezüst kiválását a képnek nem megfelelő helyeken).

A 6. táblázat azokat az anyagokat sorolja fel, amelyek a kidolgozás során az emulziós rétegekből kioldódhatnak. Amennyiben egy anyagra specifikus adat nem áll rendelkezésre, azt kell feltételeznünk, hogy az elúciója (E) 100 %.

A kapcsoló anyagok (színes kapcsolók (colour couplers); maszkoló kapcsolók (masking couplers), DIR-kapcsolók (DIR-couplers)) általában nem oldódnak bele a kidolgozó fürdőbe, mert ez a kép szerkezetének összeomlásához vezetne. A kioltó és olajképző vegyületek is az emulziós rétegben maradnak.

#### 4.1. A fotográfiában használt anyagok előállítása

A fényérzékeny ezüst-halogenid kristályok, színes kapcsoló anyagok (colour couplers) és számos adjuváns is a zselatin alapú emulziós rétegbe kerülnek. Kibocsátás történhet, amikor:

**6. táblázat.** *Az emulziós rétegek összetevői.*

Összetevő	Tartalom C <sup>1</sup> [mg · m <sup>-2</sup> ]
Érzékenyítők	1 – 25
Fotográfiai stabilizátorok	5 – 100
Gombaölőszerek	30 – 150
Ezüst (Ag)	700 – 10.000
Halogenidek (Cl <sup>-</sup> , Br <sup>-</sup> , J)	300 – 7.000
Lehasadó termékek	
- maszkoló anyagok <sup>2</sup>	40 – 100
- távozó csoportok <sup>3</sup>	80 – 800
- stabilizátorok	0 – 80
Nedvesítő ágensek	10 – 300
Szűrő festékek	50 – 250

<sup>1</sup> az alacsony értékek általában fotópapírra, a magasak filmre érvényesek

<sup>2</sup> csak színes negatív film esetében

<sup>3</sup> színes kapcsoló anyagok esetében

- kis mennyiség kerül a lefolyóba, amikor a bevonó készüléket vízzel lemossák;
- a maradékot, vagy a bevonó oldat elhasznált fürdőjét eltávolítják esetleg ezüst visszanyerése céljából összegyűjtik

#### 4.2. Kibocsátásra vonatkozó becslés

A kidolgozás során a fotóanyagok vízben oldható összetevői részben beleoldódnak a kidolgozó- és tisztító oldatokba. A kibocsátás [g · nap<sup>-1</sup>] az alábbi képlettel becsülhető:

$$E = C \cdot W \cdot \frac{S}{100} \cdot \frac{(100 - R)}{100} \quad (4)$$

#### Jelmagyarázat:

C	az anyag tartalma a fotóanyagban (információ a bejelentőtől, vagy 6. táblázatból)	[g · m <sup>-2</sup> ]	
W	a naponta kidolgozott összfelület (lásd 4. táblázat)	[m <sup>2</sup> · nap <sup>-1</sup> ]	2.000
S	a kidolgozás során az emulziós rétegből a fürdőbe oldódó rész (információ a bejelentőtől)	[%]	100
R	a kidolgozás során eltávolított vagy átalakított százalék (információ a bejelentőtől)	[%]	0

Bár a kidolgozás során megváltozhatnak, az emulziós réteg összetevőinek nagy része a filmen és papíron marad és a megrendelőhöz kerül. Az eldobásra szánt nyomatok és negatívak a városi szeméttel együtt lerakókba (landfill) vagy szeméttégetőbe kerülnek.

A fényérzékeny anyagok gyártóinak és a szeméttébe kerülő film és fotópapír feldolgozóinak a legnagyobb problémát az ezüst minél hatékonyabb visszanyerése okozza. Az ezüstvisszanyerés feltehetőleg az ezüsttartalmú szennyvizet és a szilárd hulladékokat is érinti (szeméttégetés, nedves oxidáció).

## 5. Számítási példák

A kidolgozó fürdőben található összetevő kibocsátási koncentrációjának számítása (3.3 fejezet):

$$C = 10 \text{ [g} \cdot \text{l}^{-1}] \quad RR = 0,35 \text{ [l} \cdot \text{m}^{-2}] \quad CO = 0,1 \text{ [l} \cdot \text{m}^{-2}]$$

$$R = 0 \text{ [%]} \quad W = 2.000 \text{ [m}^2 \cdot \text{nap}^{-1}] \quad NR = 20 \text{ [%]}$$

	<i>1. egyenlet</i>	<i>2. egyenlet</i>	<i>3. egyenlet</i>
E [g · nap <sup>-1</sup> ]	7.000	3.400	2.000

A fotóanyag emulziós rétegében található érzékenyítőre vonatkozó számítás (4.2 szakasz):

$$C = 0,01 \text{ [g} \cdot \text{m}^{-2}] \quad W = 2.000 \text{ [m}^2 \cdot \text{nap}^{-1}]$$

$$S = 100 \text{ [%]} \quad R = 0 \text{ [%]}$$

$$E = 20 \text{ [g} \cdot \text{nap}^{-1}] \quad (\text{a 4. egyenletből})$$

## 6. IC-10 Fotóipari kibocsátások hivatkozásai

Baumann, W., (1994), Fotochemikalien – Daten und Fakten zum Umweltschutz, 2. Auflage, Springer Verlag, ISBN 3-540-57243-0.

Agfa Gevaert AG, (1992/1994), “Technische Daten”.

European Photographic Chemical Industry (EPI), (1992), Exposure scenarios for chemical substances used in the photographic industry, Report from 17<sup>th</sup> December 1992.



## **IC-12 Fapép-, papír- és kartonipar**

**Kockázatbecslés a fapép, papír és karton előállítása során használt vegyi anyagok környezetbe történő kibocsátására vonatkozóan**



## 1. Bevezetés

Az útmutató célja, hogy a papírgyártásban használt vegyszerekről realiztikus kibocsátási forgatókönyveket adjon. Ezek a forgatókönyvek csak a szennyvízbe való kibocsátással foglalkoznak. A fejezet tárgyát az alábbi három lépésben megvalósuló felhasználás és kibocsátás képezi:

- papírgyártás (biocidek, festékek, papírgyártási adalékanyagok);
- papírfelhasználás (bevonás, a kész papírhoz a további eljárásokban adott tinták és tónerek);
- a papír újrafeldolgozása (fapép készítés-, mosás- és festékeltávolítás során).

Egy adott anyag esetén a kibocsátás több fázisban is történhet; például, egy festék a papírgyártás során és az újrafeldolgozás alatt is a környezetbe kerülhet.

Az itt megadott irányelvek az alábbi esetekre adnak forgatókönyveket):

- vegyi anyagok kibocsátása a papírgyártás során;
- vegyi anyagok kibocsátása a hulladékpapír fapéppé való feldolgozása során, a mosás és festékeltávolítás folyamata közben.

A felhasználási szakaszban, vagyis a nyomtatás során használt festékek kibocsátására vonatkozó forgatókönyvek később, a nyomdai- és grafikai iparról szóló fejezetben kerülnek tárgyalásra. A felületkezelő anyagok felhasználási szakaszban megvalósuló környezeti hatása és a szénmentes másolópapírok előállítása elhanyagolható a papír újrafeldolgozása során tapasztalható kibocsátáshoz képest, így a felhasználási szakasz nem kerül tárgyalásra. A vonatkozó eljárásokkal kapcsolatban azonban az alább következő leírásban található némi információ.

A fából kiinduló pépkészítés, és a nem fa-eredetű pépkészítési eljárások nem képezik az értekezés tárgyát.

### 1.1 Az ágazat leírása

A papíripar különféle célokra alkalmas termékek széles skáláját állítja elő. A papírtermékek osztályozása különféle szempontok szerint történhet; az itt alkalmazott szempontrendszer egyszerű, de megkülönbözteti a papír különböző felhasználási területeit, és a hulladékpapír sorsára is figyelmet fordít. Ez utóbbi az egyes esetekben különböző lehet. A papír négy kategóriája e felosztás szerint:

- levélpapír és nyomtatásra szolgáló papír;
- törlőpapír;
- újságnomtatásra használt papír;
- kartonok, keménypapírok és csomagolásra használt papírok (csomagolás).

A papír és karton fő összetevője a cellulóz rost. Papírtermékek kereskedelmi célú előállításához a rostot fából, fapépből vagy más, nem-fa eredetű anyagból nyerik. Töltőanyagként általában kaolint, kalcium-szulfátot, zsírkövet, krétát és titándioxidot használnak.

## 1.2. A hulladékpapír újrafeldolgozása

A papírgyártás egyik nyersanyaga a hulladékpapír. A hulladékpapír és a gyártani kívánt papír fajtájától függően a felhasznált hulladékpapír mennyisége 0 és 100 % között változhat. A hulladékpapír felhasználásának első fázisai minden esetben ugyanazok: pépesítés, centrifugálásos tisztítás és szűrés. A jó minőségű papírok előállítása esetén ezeket a lépéseket a festékeltávolítás követi, amely során olyan vegyszereket adalékolnak, amelyek a különböző adalékokat a rosttól elválasztják. A pH növelése (körülbelül 9-re), a kötőkomponens elszappanosítása és felületaktív adalékok hozzáadása a festékrészecskék diszperzióját eredményezi. Esetenként hidrogén peroxidot is adalékolnak, ami a színek további gyengülését idézi elő. A festék fizikai elválasztását ezt követően flotálással vagy mosással, esetleg a két eljárás kombinálásával érik el.

## 1.3. Helyben történő hulladékkezelés

A papírmalmokban a víz újrafelhasználása különböző mértékű lehet, attól függően, hogy a víz mennyire hozzáférhető, a vízkeringetés kémiai és gazdaságossági mutatói milyenek, és a szennyvízkibocsátás milyen mértékű. A hagyományos, ún. nyílt rendszerekben a keletkező szennyvíz mennyisége általában  $50 - 100 [m^3 \cdot t^{-1}]$  papír. A részben zárt rendszerekben az eljárás egy részében a vizet újra hasznosítják, de léteznek teljesen zárt rendszerek is, amelyekben szennyvízkibocsátás egyáltalán nem történik (Kirk-Othmer).

A folyékony hulladék helyben történő kezelése három szakaszban történhet:

- a szilárd anyag elsődleges ülepítése, amely során iszap keletkezik. A folyamat elősegíthető elektrolitok hozzáadásával. Az eljárást "derítésnek" is hívják;
- aerob biológiai kezelés, leggyakrabban eleven-iszapos rendszerekben;
- anaerob kezelés.

A derítési lépés és a teljes festékmentesítés során alkalmazott flotációban keletkező iszapot általában hulladékként helyezik el, esetenként a talajra/ba.

A legtöbb papírmalomban legalább elsődleges ülepítést alkalmaznak, mielőtt a szennyvizet a kommunális szennyvíztisztítóba továbbítják. Némelyik papírmalom saját biológiai szennyvíztisztítóval is rendelkezik.

## 2. Alkalmazási típusok

### 2.1. A papírgyártás során használt anyagok

A papírhoz előállítása során számos adalékanyagot adnak. Némelyek, mint a habzásgátlók és a biocidok, a gyártási folyamatban kapnak szerepet, míg mások, mint a festékek, gyanták, ragasztó- és kötőanyagok (tartást adnak a nedves papírnak), valamint a felületkezelő anyagok a papír megfelelő tulajdonságait határozzák meg. Minden adalékanyag bejuthat a szennyvízbe és a szilárd hulladékba is.

## **2.2. A papírhoz az előállítást követően hozzáadott anyagok**

### **2.2.1. Tinták**

A nyomtatótinta színezett tónerek, festékanyagok és pigmentek keveréke, amelyeket egy hordozóban oldanak fel vagy diszpergálnak. Az így létrejött folyadékot vagy krémet a szubsztrátumra juttatják, majd megszáritják. A legtöbb esetben a hordozó a színezőanyagot is a szubsztrátumhoz köti. A nyomtatótinta összetétele az alkalmazott nyomtatás és szárítás módjától függ.

### **2.2.2. Hőérzékeny bevonatok**

A leggyakrabban faxkészülékekben használt hőpapír nyomtatási tulajdonságait egy hőérzékeny bevonatnak köszönheti, amely egy színeképző, egy segédreagens, valamint pigment és kötőanyag keveréke. A bevonat még viaszt is tartalmaz, amely meggyorsítja a segédreagens és a színeképző reakcióját.

### **2.2.3. Szénmentes másolópapír**

A szénmentes másolópapírt általában legalább két papírréteget tartalmazó rendszerekben állítják elő, de a három és négy réteges rendszerek is általánosan elterjedtek. A szénmentes másolás elve egy festék és egy reaktív montmorillonit agyagréteg reakcióján alapul. A két réteges rendszerben a felső réteg hátoldala a színeképzőt tartalmazó zselatin kapszulákkal van bevonva, amely összesen a bevonat 10 %-át (w/w) teszi ki. A bevonat többi része a kapszulák méretét meghaladó, egyenletes nagyságú keményítőszemcsékből áll, amelyek így a két réteget egymástól távol tartják. Ez megakadályozza a lapok véletlen érintkezését és jel kialakulását. Az alsó lap felső felülete 80 %-ban reaktív montmorillonit agyagból áll. Az írást kialakító nyomás a kapszulákat feltöri, így kiszabadul belőlük a színeképző, amely az agyaggal reagálva az alsó lap felső felületén létrehozza a jellegzetes feketés-kék elszíneződést. A több mint két réteget tartalmazó rendszerekben a köztes rétegek felső felülete agyagbevonattal, alsó felülete színeképző tartalmú kapszulákat és keményítőt tartalmazó bevonattal van ellátva.

A hőpapír és a szénmentes másolópapír általában problémákat okoz a hulladékpapírt felhasználó papírmalmokban, mivel a festékeltávolítás során e bevonatok összetevőit nagyon nehéz eltávolítani.

### **2.2.4. A felhasznált mennyiségek**

A különböző alkalmazások esetében a papírra kerülő tinta- és bevonó anyag mennyiségek jellemző értékei az 1. táblázatban találhatók

## **2.3. Felületi (non-impact) nyomtatóanyagok**

### **2.3.1. Xerografikus vagy elektrosztatikus nyomtatás**

**1. táblázat.** *A papírra kerülő tinta vagy bevonó anyag mennyisége (BRE, 1993)*

	<b>A papírhoz adott mennyiség %-ban (w/w)</b>
<b>Tinták az alábbi esetekben:</b>	
Újságok	0,5 – 5
Magazinok	1 – 7
Könyvek	0,5 – 1
Számítógéppapír	0,3 – 0,8
Irodai papír	1 – 3
<b>Bevonó anyagok:</b>	
Hőérzékeny	7 – 10
Színképző – felső rétegen	15
Montmorillonit agyag – felső rétegen	21
Felületi ( non-impact) tónér	0,5 - 2

A xerográfiai eljárás során a papírt elektromosan érzékenyítik azokon a területeken, amelyek a lemásolandó eredetinek megfelelnek. Az ellentétes töltést hordozó színezett gyantarészecskéket az érzékenyített területek magukhoz vonzzák, azok a papírra tapadnak, és kirajzolják az eredetinek megfelelő képet.

A legtöbb nagyteljesítményű gép száraz, kétkomponensű tónér rendszert alkalmaz. Az egyik komponens a képet alkotó fekete pigmentált tónér szemcsékből áll, a másik az újból felhasználható hordozó-szemcsékből, amelyek a tónér részecskéket hordozzák. A tónér- és hordozó-szemcsékhez olyan adalékokat adnak, amelyek az elektromos töltési folyamat nagyságát és polaritását szabályozzák. A kis teljesítményű másolóokban egykomponensű rendszert alkalmaznak, amelyben a tónér szemcsékbe beültetve apró mágneses részecskék találhatók. Ezek olyan összetevőket (pl. szén) is tartalmaznak, amelyek a rendszer elektromos vezetőképességet fokozzák. A lézernyomatók a számítógépes információ kinyomtatására hasonló elektrosztatikus rendszert használnak.

A töltésszabályozó anyag nagy része polimer hordozóhoz kötve található; mintegy 5 %-a azonban szabadon maradhat, és az edények tisztításakor, valamint a xerox- és nyomtatópapírok festékmentesítése során a szennyvízbe kerülhet.

Az 1. táblázatban megtalálható, hogy a nyomtatási folyamat eredményeképpen mennyi tónér kerül a papírra.

### **3. A vízbe történő kibocsátás számítása**

#### **3.1. Általános megjegyzések**

Az alábbi paragrafus egy papírgyártó üzem vegyszerkibocsátásának becsléséhez szolgáltat információt. A különböző anyagokra vonatkoztatva megadjuk a papírhoz történő hozzáadás mennyiségével és a vízbe való kibocsátással kapcsolatos információt. Megtalálhatók továbbá a gyárak méretére és vízfogyasztására vonatkozó adatok, valamint a papírgyártás során előforduló kibocsátás kiszámítására szolgáló forgatókönyvek is.

Ez a rész a papír újrafeldolgozása során fellépő vegyszerkibocsátással is foglalkozik. Ebben az esetben a kibocsátást a teljes évenkénti felhasználás alapján becsülhetjük meg. A különböző összetevőket felhasználó területek a 2. táblázatban kerültek felsorolásra.

**2. táblázat** *A vegyi anyagok felhasználási területei a papíriparban*

<b>Anyag típusa</b>	<b>Papírgyártó gép</b>	<b>Az anyag papírra történő alkalmazása</b>	<b>Kibocsátás a pépkészítés során</b>
	3.2 szakasz	Ebben a leírásban nem szerepel	3.3 szakasz
Nyomtató tinta		+	+
Hőérzékeny bevonat		+	+
Felületi nyomtató tónér			+
Szénmentes másoló-papír bevonat		+	+
Festék	+		+
Biocidek	+		+
Papíradalékok	+		+
a papírgyártás során használt bevonatok	+		+

## **3.2. Kibocsátás a papírkészítés során**

### **3.2.1. Festékek és optikai fényesítők használata és kibocsátása**

A festékeket és optikai fényesítő szereket a papírgyártásban a nyomtatás- és írásvezető jelek készítésekor és a törlőpapír gyártásakor alkalmazzák. A festékkoncentráció a nagyon halvány árnyalattól kezdve (0,005 % w/w) a nagyon sötét árnyalatokig és feketéig terjed (10 %, Ros & Berns, 1988). Normál esetekben a tartomány 0,01-től 1,0-ig terjed (Baumann & Herberg-Liedtke, 1993). Az optikai fényesítőket tipikusan a 0,02 – 0,3 % tartományban használják (Baumann & Herberg-Liedtke, 1993), bár maximális értéként 1,2 % is előfordulhat (Ros & Berns, 1988). A festési eljárást befolyásolja a méretező rendszer (pH), rostszerkezet, töltőanyagok, adalékok (fixáló vegyületek), hőmérséklet, vízkeménység stb. A papíriparban használt festékeknek magas szubsztantivitással (adszorpciós érték) és affinitással (fixálási érték) kell rendelkezniük, hogy a fixáló anyagok és adalékok hozzáadásának mértéke a lehető legkisebb lehessen. A festékek fixálásának mértékével kapcsolatos információ a 3. táblázatban található.

**3. táblázat.** *A papírfestékek becsült fixálási értékei (ETAD, 1992).*

Festék típusa	Szubsztantivitás	Szubsztrát	Fixálás
Közvetlen anionos (és stilbén típusú FWAS)	Magas	fehérített és nem fehérített	80 % (79 – 90); fixáló adalékkal vagy alummal 98 %-ig
Közvetlen kationos	Nagyon magas	minden típus	95 % (90 – 99)
Bázikus	Alacsony – közepes	fehérített pép mechanikus pép	60 % (50 – 70) 70 % (60 – 80); anionos fixálással 95 %-ig
Savas	Alacsony	méretezett csomagoló papír	50 % (40 – 60); kationos fixálással 80 – 90 %

A papírmalmok papírfestési kapacitásának tipikus értékeit a 4. táblázatban találhatjuk.

**4. táblázat.** *A papírfestési kapacitás és a megfelelő  $[t \cdot nap^{-1}]$  festékfogyasztási adatok becsült értékei (adatok az ETAD (1992) kiadványból).*

Papír típusa	Naponta festett papír mennyisége $[t \cdot nap^{-1}]$	Halvány árnyalat 0,01 – 0,1 %	Közepes árnyalat 0,1 – 1,0 %	Sötét árnyalat 1 – 4 %
Törlőpapír	40 – 200	4 – 2.000	40 – 2.000	400 – 8.000
Levél- és nyomtatópapír	100 – 1.000	10 – 1.000	100 – 10.000	

### 3.2.2. A papírgyártásban használt egyéb vegyi anyagok

Más vegyi anyagokra vonatkozóan a papírhoz adott mennyiségek és a megfelelő szennyvízbe történő kibocsátási adatok az 5. táblázatban találhatóak. Érdemes megfigyelni, hogy ez a táblázat a vízbe bocsátás százalékos értékeit, míg a fixálási érték a papírhoz kötődés százalékát adja meg. A kibocsátott százalék a 3.2.5 szakaszban található egyenletekben előforduló  $(100 - F)$  értéknek felel meg.

### 3.2.3. Vízfogyasztás

Egy gyárból kibocsátott szennyvíz mennyiségét a felhasznált víz mennyiségével azonosnak tételezzük fel. E feltételezés teljesülése a papírgyártó gép vízfelhasználásán és a vízzárás mértékén múlik. A papírgyárak a szennyvizet különböző mértékben újra felhasználják. Bár a vízzárás mértéke egy anyag szennyvízben kialakuló koncentrációját nem befolyásolja, meghatározza a szennyvíz mennyiségét, és így a kibocsátott teljes anyagmennyiséget. A különböző papírok gyártására vonatkozó vízfogyasztási értékek becslését a 6. táblázat tartalmazza; mint látható, minél nagyobb mértékű a vízzárás, annál kisebb a vízfogyasztás.



5. táblázat. Vegyi anyagok papírhoz adott mennyiségei és szennyvízbe történő kibocsátása (adatok a PIRA International, 1991 kiadványból).

Adalékanyag	Papírhoz adás mennyisége				Kibocsátás szennyvízbe
	Újság	Karton	Nyomtató- és levélpapír	Törlőpapír	
Habzágató	0,2 mg · l <sup>-1</sup>	0,03 %	0,003 %	0,003 %	100 %
Töltéskontroll	0,02 – 0,1 %				10 – 30 %
Visszatartó adalék	0,1 – 0,5 %	0,1 – 0,5 %			10 – 30 %
Visszatartó adalék és nedvességet tartó gyanta		2 – 3 %		0,2 – 1,25 %	10 – 30 %
Biocid	5 – 40 mg · l <sup>-1</sup>	5 – 40 mg · l <sup>-1</sup>	5 – 40 mg · l <sup>-1</sup>	5 – 40 mg · l <sup>-1</sup>	Egy rész a bomaszába, a maradék szennyvízbe
Lágyító			0,2 – 0,3 %		25 – 40 %
Méret, pl. alum/gyanta	0,4 – 1,0 %	0,4 – 1,0 %			70 – 90 % csak alum-mal, 30 % gyantával
AKD			0,05 – 0,3 %		10 – 30 %
Kötő ágens, pl. keményítő	0,5 – 1,5 %	0,5 – 1,5 %			Kicsordulás és köztes mosások
CMC	0,5 – 1,0 %				
Felületi bevonat, pl. gyanta, poliuretánok, pigmentált bevonat	0,1 – 0,8 %	8 – 15 g · oldal <sup>-1</sup>			Kicsordulás és köztes mosások

**6. táblázat.** A papíripar becsült vízfogyasztási értékei (ETAD, 1992; BRE, 1993).

Papír típusa	Vízfogyasztás [m <sup>3</sup> · t <sup>-1</sup> ]	Vízzárás mértéke [%]
Nyomtató- és levélpapír	40 – 75	40 - 70
Törlőpapír	57	40 - 70
Újságpapír	24 – 35	65 - 85
Csomagoló- és kartonpapír	2 – 20	>95

### 3.2.4. A műveletek arányai

A 3.2.1 szakaszban a naponta festett törlő-, nyomtató- és levélpapír mennyiségére vonatkozóan adtunk jellegzetes adatokat. Amennyiben egy bizonyos anyagra nem áll rendelkezésre pontosabb adat, akkor ezeket a mennyiségeket kell a papír mennyiségével kapcsolatban iránymutatónak venni. Hasonlóképp, pontos adat hiányában a nyomtató- és levélpapírra vonatkozó előállítási rátát, 100 – 1.000 t · nap<sup>-1</sup> értéket kell alapul venni az újság- és csomagolópapír előállításánál is (a legnagyobb méret hasonló, mint a két tanulmányban előforduló legnagyobb gyárméret (Ros & Berns, 1988; PIRA International, 1991)).

### 3.2.5. Emissziós forgatókönyvek

Az alábbi két egyenlet egy anyag napi kibocsátásának kiszámítását teszi lehetővé az előzőekben megadott adatok segítségével. Ha egy anyag felhasználási rátáját egy tonna előállított papírra vonatkoztatott tömegben akarjuk megadni, akkor az egyenlet:

$$E = W_s \cdot Q \cdot \frac{(100 - F)}{100} \cdot \frac{(100 - C)}{100} \quad (1)$$

#### Jelmagyarázat:

E	napi kibocsátás	[kg · nap <sup>-1</sup> ]	
W <sub>s</sub>	az anyag specifikus felhasználása adat a bejelentőtől vagy a 4. és 5. táblázatból	[kg · t <sup>-1</sup> papír]	
Q	a helyszínen előállított papír mennyisége	[t · nap <sup>-1</sup> ]	(3.2.4 szakasz)
F	az anyag fixálásának mértéke az anyagra vonatkozó specifikus információ vagy 3. és 5. táblázat	[%]	
C	a vízrendszer zártságának mértéke	[%]	(3.2.3 szakasz)

Ha az anyag felhasználási rátáját a vízben kialakuló koncentrációval jellemezzük (pl. az 5. táblázatban a biocid), az egyenlet:

$$E = C_s \cdot A_s \cdot Q \cdot \frac{(100 - F)}{100} \quad (2)$$

### **Jelmagyarázat:**

E	napi kibocsátás	[kg · nap <sup>-1</sup> ]	
C <sub>s</sub>	az anyag koncentrációja a vízben	[kg · m <sup>-3</sup> ]	
A <sub>s</sub>	vízfogyasztás egy tonna papírra vonatkozó an	[m <sup>3</sup> · t <sup>-1</sup> ]	(3.2.3 szakasz)
Q	a helyszínen előállított papír mennyisége	[t · nap <sup>-1</sup> ]	(3.2.4 szakasz)
F	az anyag fixálásának mértéke az anyagra vonatkozó specifikus információ vagy 3. és 5. táblázat	[%]	

Ezek e becslések a szennyvíz esetleges helyszínen történő tisztítását nem veszik figyelembe. A malmok többsége a helyszínen elsődleges ülepítést végez; egyes malmokban aerob kezelésre is lehetőség van, de ezt nem tekinthetjük általánosnak. Egyes gyárakban anaerob kezelésre van lehetőség. Érdeemes megfigyelnünk, hogy a papírgyártásban megadott vízfogyasztási értékek azt jelentik, hogy a gyárakból a szennyvíz valószínűleg olyan szennyvíztisztítóba kerül (a helyszínen, vagy külsőleg) amelyek kapacitása nagyobb, mint az alapértelmezésben megadott 2.000 m<sup>3</sup> · nap<sup>-1</sup>.

### **3.3. Kibocsátás a papír újrafeldolgozása során**

Ebben a szakaszban ismertetjük, hogy hogyan kell kiszámolni a papírhoz a gyártás és felhasználás során hozzáadott anyagoknak a hulladékpapírból kiinduló pépkészítés során történő kibocsátását. Ezek az anyagok tintát, bevonó anyagokat és festékeket foglalnak magukba. A teljes festékeltávolítás alkalmazása annak a papírnak a fajtájától függ, amely gyártásához a fapépet készítik.

#### **3.3.1. Kibocsátás a festékeltávolítás során**

##### Tinták

A festékeltávolítás két szakaszával kell számolnunk:

- flotálás, amelynek során a vízmentesítést követően szilárd hulladékként elhelyezett iszap keletkezik;
- mosás, amely az anyagokat a szennyvízbe juttatja.

Azokban a pépkészítési eljárásokban, amelyek során nem alkalmaznak festékeltávolítást (pl. karton- és csomagolópapír készítése esetén), csak a mosási szakasszal kell számolnunk. A különböző típusú festékek eltávolítására és a flotációs és mosási lépés közötti megoszlására vonatkozólag a 7. táblázat szolgáltat információt. A teljes festékeltávolítás a szárítási módszerre is vonatkoztatható (8. táblázat). Amennyiben specifikus információ nem áll rendelkezésre, azzal a feltételezéssel kell élnünk, hogy a mosás során az anyag 100 %-a a vízbe kerül.

A felületi (non-impact) nyomtatásban alkalmazott tónérben található töltés kontroll anyag nagy része a tónér polimer hordozóanyagába ragad, és így a flotáció során az iszapban jelenik

meg. A megmaradó tónér hordozó egy része a mosás során távozik. A töltés-kontroll anyag 5 %-a nem kötődik a hordozóhoz, és így a mosási lépésben kerül eltávolításra.

**7. táblázat.** *A különböző típusú tinták kibocsátásának mértéke (adatok a PIRA (1991) kiadványból).*

Tinta típusa	%-os eltávolítás az iszapba a flotáció során	%-osztályba sorolás eltávolítás a vízbe a mosás során
Ásványi olaj-alapú tinta	60 – 80	14 – 28 (vagyis a flotáció után megmaradt tinta 70 %-a)
Flexográfiai tinta	Nagyon kicsi	30 - 90
Felületi tónerek	60 – 80 (egyres esetekben akár 90 – 95 %, másokban 30 – 50 %)	6 – 28 (vagyis a flotáció után megmaradt tónér 30-70 %-a)

**8. táblázat.** *A tintarészecskék eltávolításának mértéke a festékeltávolítás során (Ros & Berns, 1988).*

A tintaszárítás módszere	Tintaeltávolítás, %
Abszorpció, penetráció vagy elpárologtatás	80 – 100
Oxidáció vagy IR besugárzás	60 – 95
Forró polimerizáció vagy UV fixálás	40 – 90
Tintasugaras, lézer vagy xerografikus másolás	30 – 60

### Festékek

Azzal a feltételezéssel élünk, hogy az anyag ugyanakkora arányban kerül az újrafeldolgozás során az iszapba, mint amilyen arányban a papírgyártás során a rostton megtapad. Például, amennyiben egy festékanyag 70 – 90 %-ban marad eredetileg a papíron, a pépkészítés során 70 – 90 %-ban adszorbeálódik az iszapban, míg 10 – 30 %-a kerül a mosóvízbe. Amennyiben a festékek papírból való eltávolítására specifikus adat nem áll a rendelkezésünkre, egy realisztikus legrosszabb esetet feltételezve 50 %-os értékkel érdemes számolnunk.

### Hőérzékeny bevonat

A hulladék hőpapírban a színeképző és a segédreagens nem reakcióképes állapotban marad, amennyiben nem történt nyomtatás; ez feltételezhetően a hulladék nagyon kis részét érinti és figyelmen kívül hagyható. Lúgos pépkészítés során a színeképző elhidrolizál és a segédreagenssel együtt 100 %-ban a szennyvízbe kerül (PIRA, 1991).

### Szénmentes másolópapír

Lúgos pépkészítés során a színeképző elhidrolizál és nagy részben a szennyvízbe kerül, ahol kevésbé oldható. A pépkészítő gépben alkalmazott nyíróerők hatására azonban a színeképző egy része a montmorillonit agyaggal reagál. Azt feltételezhetjük, hogy a színeképző 10 %-a kötődik az agyaghoz, és ennek a színeképző-agyag komplexnek azután 50 – 70 %-a kerül a vízbe (PIRA, 1991).

### 3.3.2. Eltávolítás

A papír újrafeldolgozása olyan malmokban történik, amelyekről feltételezhetjük, hogy legalább elsődleges ülepítést végeznek a helyszínen. Az elsődleges kezelést követően a könnyen oldható anyagok feltehetően, közel 100 %-a a szennyvízbe kerül, míg a nehezen oldható anyagok esetében ez az arány 50 % körül lehet (Ros & Berns, 1988). Más szerzők feltételezése szerint az elsődleges szedimentáció az oldott anyagok 20 %-át távolítja el, 80 % marad az oldatban. Az elsődleges szedimentáció és tisztítás az oldhatatlan anyagok (mint tinták és tónér összetevők) 90 %-át távolítja el, 10 % marad a szennyvízben (PIRA, 1991).

A flotáció és tisztítás során keletkező iszapokat általában víztelenítik majd a lerakókba (landfill) kerülnek.

### 3.3.3. Vízfogyasztás

Amennyiben specifikus adatok nem állnak rendelkezésre, azt kell feltételeznünk, hogy a vízfogyasztás a gyártásra jellemző értékhez hasonló mértékű. A flotáció során, mivel ott a vizes fázisban a festékeltávolító anyagok magas koncentrációban vannak jelen, a vizet visszanyerik. Az ebben a folyamatban keletkező szennyvíz mennyisége újrafeldolgozott papírra számolva így csak mintegy  $5 - 15 \text{ [m}^3 \cdot \text{t}^{-1}\text{]}$ , míg a mosás során  $5 - 100 \text{ [m}^3 \cdot \text{t}^{-1}\text{]}$  lehet (Baumann & Herberg-Liedtke, 1993).

### 3.3.4. A műveletek arányai

Vannak olyan malmok, amelyek mindenféle papír (újság-, nyomtató-, levél-, törlő- és csomagolópapír) előállításával foglalkoznak, és amelyekben a pép 100 %-a hulladékpapírból származik. Ilyen esetekben reális lehet az a feltételezés, hogy az újrafeldolgozásra kerülő papír mennyisége összemérhető a gyártott papír mennyiségével, ahogy azt a 3.2.4 szakasz tárgyalja. A legrosszabb feltételezés az újrafeldolgozott pép 100 %-os használata; ezt a számot csökkenteni lehet, amennyiben specifikus információ áll rendelkezésre. Egy alternatív megközelítés lehet az, hogy több újrafeldolgozó telepet veszünk figyelembe, és a teljes évenkénti anyagfelhasználást egyenletesen osztjuk el közöttük. Amennyiben a helyszínek javasolt száma 10, minden helyszín az éves tömeg 10 %-át dolgozza fel. Az alábbi emissziós forgatókönyvben (szcenárióban) ezt a feltételezést fogadjuk el.

### 3.3.5 Emissziós forgatókönyv

Egy vegyszer teljes felhasználásán alapuló számoláshoz a következő egyenletet használhatjuk:

$$E = \frac{W_r}{N_d \cdot N_s} \cdot \frac{RR}{100} \cdot \frac{DR}{100} \cdot \frac{(100 - P)}{100} \quad (3)$$

### Jelmagyarázat:

E	napi kibocsátás	[kg · nap <sup>-1</sup> ]	
W <sub>r</sub>	a papírhoz évente felhasznált anyag mennyisége adatok a bejelentőtől vagy számítás a papírgyártási szakasz alapján	[kg · év <sup>-1</sup> ]	
RR	a papír újrafeldolgozásának aránya az EU-ra vonatkozó alap átlagérték (Baumann & Herberg-Liedtke, 1993)	[%]	50
DR	festékeltávolítás aránya specifikus információ vagy 7. és 8. táblázat	[%]	
P	eltávolítás aránya a helyszíni elsődleges kezelés során (pl adszorpcióval), specifikus információ vagy 3.3.2 szakasz	[%]	
N <sub>d</sub>	a munkanapok száma [nap]		250
N <sub>s</sub>	az újrafeldolgozó helyek száma	[-]	10

Ez a számolási mód figyelembe veszi a helyszínen folyó elsődleges kezelést, de az esetleges helyszíni aerob kezelést nem. A felhasznált víz mennyisége éppúgy, mint a gyártóhelyek esetében, igen jelentős, és így nagy valószínűséggel olyan szennyvíztisztítóba kerül, amelyek mérete meghaladja az alapértéket (2.000 m<sup>3</sup> · nap<sup>-1</sup>).

## 4. Számítási példák

### 4.1. Papírgyártás

- a. egy kationos festék, amelyet törülőpapírnál a papír tömegének 1 %-ában használnak:

$$\begin{aligned}W_s &= 10 \text{ kg} \cdot \text{t}^{-1} \text{ (bejelentőtől)} \\Q &= 200 \text{ t} \cdot \text{nap}^{-1} \text{ (4. táblázatból)} \\F &= 95 \% \text{ (adat a bejelentőtől, vagy alapérték)} \\C &= 40 \% \text{ (6. táblázatból)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}E &= 10 \cdot 200 \cdot \frac{(100 - 95)}{100} \cdot \frac{(100 - 40)}{100} \\&= 60 \text{ kg} \cdot \text{nap}^{-1}\end{aligned} \tag{4}$$

- b. egy habzágátló anyag, amelyet újságpapír gyártásánál 0,2 mg · l<sup>-1</sup> mennyiségben használnak

$$\begin{aligned}C_s &= 2 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \text{ (bejelentőtől vagy 5. táblázatból)} \\A_s &= 30 \text{ m}^3 \cdot \text{t}^{-1} \text{ (6. táblázatból)} \\Q &= 1.000 \text{ t} \cdot \text{nap}^{-1} \text{ (3.2.4 szakasz)} \\F &= 0 \text{ (5. táblázatból)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}E &= 2 \cdot 10^{-4} \cdot 30 \cdot 1.000 \cdot \frac{(100 - 0)}{100} \\&= 6 \text{ kg} \cdot \text{nap}^{-1}\end{aligned} \tag{5}$$

## 4.2. Papír újrafeldolgozás

- a. ásványi olaj alapú tinta, felhasznált mennyisége  $10 \text{ t} \cdot \text{év}^{-1}$
- $W_s = 10.000 \text{ kg} \cdot \text{év}^{-1}$
- $RR = 50 \%$  (alapérték)
- $DR = 28 \%$  (7. táblázatból)
- $P_a = 50 \%$  (feltételezeten rosszul oldódó, 3.3.2 szakasz)
- $N_d = 250$  (alapérték)
- $N_s = 10$  (alapérték)

$$\begin{aligned} ER &= \frac{10.000}{250 \cdot 10} \cdot \frac{50}{100} \cdot \frac{28}{100} \cdot \frac{(100 - 50)}{100} & (6) \\ &= \mathbf{0,28 \text{ kg} \cdot \text{nap}^{-1}} \end{aligned}$$

## 5. IC-12 papíripari kibocsátások hivatkozásai

Kirk-Othmer, Encyclopedia of Chemical Technology, Wiley and Sons

Ros, J.P.M. & J.A.S. Berns, (1988) *System for the assessment of new substances; expected emissions of chemicals from the paper industry*, National Institute of Public Health and Environmental Protection, Bilthoven.

Baumann, W & Herberg-Liedtke, (1993), *Papierchemikalien – Daten und Fakten zum Umweltschutz*, ISBN 3-540-562699, Springer Verlag.

PIRA International, (1991), *Paper recycling industry: review of processes and effluent composition*, prepared for the UK Department of the Environment.

ETAD (Ecological and Toxicological Association of the Dyes and Organic Pigments Manufacturers), (1992), *Guidelines for the Assessment of Environmental Exposure to Dyestuffs*, Basle.

Building Research Establishment (BRE), (1993), *Guidelines for the assessment of environmental exposure to chemicals used in the production and use of paper*, Garston Watford.





### **IC-13 Textilfeldolgozó ipar**

**Kockázatbecslés a textilek kikészítése során használt vegyi anyagok  
környezetbe történő kibocsátására vonatkozóan**



## 1. Általános megjegyzések

### 1.1. Bevezetés

A textil kikészítése a feldolgozott alapanyagok, gyártási technikák és végtermékek sokfélesége miatt nagyon sokrétű szektor. A divatirányzatok állandó változásokat idéznek elő a színezésben és a funkcionális befejezésben. Ennek a dokumentumnak az a célja, hogy a textilkikészítésben használt vegyi anyagokról realisztikus kibocsátási forgatókönyveket fogalmazzon meg, és hogy a vízi környezeti elemekben fellépő környezeti koncentrációkkal kapcsolatban tanácsot adjon. Az egyedi folyamatok részletesebb leírásáért az olvasó forduljon a hivatkozásokhoz (6. szakasz).

A textíliákat általában az alábbi alapanyagokból állítják elő:

Természetes	Mesterséges	
	<i>Természetes</i>	<i>szintetikus</i>
Gyapot		
Gyapjú	Acetát	poliamidok
Selyem	Műselyem	poliészterek
Juta		poliakrilnitrilek
Len		polivinilek

Gyakran használják különböző típusú rostok (pl. gyapot-poliészter) keverékét.

A textiltermékeket tárolás és szállítás során meg kell védeni a penésztől, molyoktól stb., és ehhez általában gomba- és rovarirtó szereket használnak. A rostok feldolgozása során ezek a környezetbe kerülhetnek. Ezeket a tartósítószerket itt nem tárgyaljuk. A környezetbe való kikerülés festéstől eltérő módjai, amelyek a gyártás, szállítás vagy nem megfelelő hulladékkezelés során léphetnek fel, szintén nem kerülnek tárgyalásra.

### 1.2. A textil kikészítésének főbb folyamatai

A textilkidolgozás során alkalmazott főbb nedves eljárások:

- **Kimosás:** A természetes, és a rostokra, szövetre külsőleg rákerült szennyezések (pl. viasz, pektinek) eltávolítására szolgáló eljárás. Elősegíti a rákövetkező fehérítés és festés folyamatát is. A kimosó fürdők általában lúgokat, antisztatikus ágenseket, kenőanyagokat, detergenseket és emulgeátorokat tartalmaznak;
- **Írtelenítés:** A fonalokhoz adott írező részecskék eltávolítása. Erre azért van szükség, hogy a fonal súrlódását és elektrosztatikus töltődését kontrollálni lehessen. A szolubilizálást követően a részecske eltávolítható, a szövetet mossák és öblítik;

- **Mercerizálás:** A gyapotanyag rugalmasságának, fényességének, ragyogásának, festékkötő képességének és kopásállóságának növelésére szolgáló eljárás, amely során a szövetet nátrium hidroxid oldatba mártják;
- **Fehérités:** A gyapot, gyapjú és némely szintetikus anyag fehéritésére szolgáló eljárás, amely során a szövetet hidrogén peroxidot, klórdioxidot, hipokloridot, nátrium perborátot stb. tartalmazó oldattal kezelik;
- **Festés és nyomás:** A szövet egészének (festés) vagy egyes részeinek (nyomás) színezésére szolgáló eljárás, amely magában foglalja a festék szövetre vagy fonalra való fixálását is;
- **Funkcionális befejezés:** A szövet végső megjelenését, felületi textúráját, speciális tulajdonságait (hőállóság, vízállóság, szennytaszító képesség, antisztatikus, biológiai kártevőknek való ellenállás, alaktartás, gyűrődésmentesség stb.) meghatározó befejező eljárások.

### 1.3. Vízfogyasztás

Szennyvizek a fürdők kiöntésekor, valamint a szövetek és berendezések mosásakor és öblítésekor keletkeznek. Mivel a berendezések fajtái, az aktuális szövetspecifikációk, a mosási és öblítési eljárások, valamint a festéktípusok nagyban különböznek, az egységnyi anyagra vetített szennyvíz mennyisége jelentős eltéréseket mutathat. Bár az egyes eljárások külön kerülnek tárgyalásra, nem ritka, hogy két vagy több folyamat ugyanabban a fürdőben, vagy egy folyamatos technológiai soron egymás után valósul meg. A különböző szövetek nedves kidolgozására jellemző vízfogyasztási értékeket a 2. táblázat foglalja össze.

**2. táblázat.** *A különböző szövetek nedves kidolgozására jellemző vízfogyasztási értékek (CEC, 1991).*

Anyag	[m <sup>3</sup> · t <sup>-1</sup> ]
Gyapot	250 – 350
Gyapjú (vég)	200 – 300
Poliamid (vég)	125 – 150
Poliészter (vég)	100 – 200
Akril (vég)	100 – 220

Az expozícióbecsléshez feltételezzük, hogy egy adott telep vízfogyasztása megegyezik a termelt szennyvíz mennyiségével.

## 2. Előkezelés

### 2.1. Általános megjegyzések

Az "előkezelés" kifejezés valamennyi nedves folyamatot magába foglalja, mint például a rostok, fonal vagy szövet zsírtalanító mosása, irtelenítése, mercerizálása vagy fehéritése stb. Az alkalmazott eljárási technikák az eljárás, az anyag, valamint a végtermék típusától, minőségétől és a kívánt tulajdonságaitól függenek.

A textilkészítésből származó vízszennyezéssel kapcsolatos legfontosabb paraméter a folyadékarány (a szövet tömegének és a fürdő térfogatának aránya). A zsírtalanító mosásra és fehéritésre jellemző szennyvíztermelési értékeket a 3. táblázat tartalmazza.

**3. táblázat.** Szennyvízmennyiség az előkezelés során (CEC, 1991).

Anyag	Zsírtalanító mosás [m <sup>3</sup> · t <sup>-1</sup> ]	Fehérités [m <sup>3</sup> · t <sup>-1</sup> ]
Gyapot	5 – 20	60 – 150
Gyapjú	5 - 20	8 – 25

### 2.2. Az emissziós tényező számítása

Egy munkanap alatt az alábbi egyenlettel számítható kibocsátás [g · nap<sup>-1</sup>] történik

$$E = W1 \cdot W2 \cdot \frac{100 - F}{100} \quad (1)$$

#### Jelmagyarázat:

E	napi kibocsátás	[g · nap <sup>-1</sup> ]	
W1	naponta feldolgozott termék	[kg · nap <sup>-1</sup> ]	
W2	egységnyi termékhez használt anyagmennyiség	[g · kg <sup>-1</sup> ]	(4.táblázat)
F	a felhasználás mértéke; az anyag kötődésének illetve átalakulásának aránya	[%]	

## 3. Festés és nyomás

Minden színezési folyamat egy előkezelésből, festésből és utókezelésből áll. A festék szövethez való fixálása számos kötődési elv alapján megtörténhet, mint például:

- kovalensen (*reaktív festékek*);
- elektrosztatikusan (*savas és kationos festékek*);
- adszorpcióval (*diszperziós festékek*);
- hidrogénkötéssel (*cserzőfestékek és fém komplexek*).

### 3.1. Festés

Háromféle festési eljárásról beszélhetünk, amelyek hatással vannak a keletkező szennyvíz térfogatára:

- szakaszos (nem-folyamatos) festés;
- részben folyamatos festés;
- folyamatos festés.

A *nem-folyamatos festés* (szakaszos festés) során az oldott vagy szuszpendált festéket egy adott folyadékaránynál alkalmazzák, amely meghatározza a kapott szín mélységét (általában  $0,1 - 1,0 \text{ [g} \cdot \text{l}^{-1}\text{]})$ . A művelet befejeztével az elhasznált festékoldatot kiöntik. Az utókezelés vízzel való mosást jelent, amely során a meg nem kötött festéket a szövetről eltávolítják.

A *folyamatos festés* során nem változik az összetétel, mivel a festési folyamat minden fázisában a fürdön egy hosszú szövetet húznak át. Ezekben a technikákban általában magas festékkoncentrációt alkalmaznak ( $10 - 100 \text{ [g} \cdot \text{l}^{-1}\text{]})$ , de a berendezések tisztítását kivéve szennyvíz alig keletkezik. A folyamatos festés általában kisebb kibocsátással jár, mint a szakaszos festés, mivel az alkalmazott folyadékarány alacsonyabb (lásd 4. táblázat) (ETAD, 1992).

A *részben folyamatos festés* során maga a festés folyamatos módban történik, míg a fixálási és mosási lépésekben szakaszos technikát alkalmaznak. A festékkoncentráció  $1,0 - 10 \text{ [g} \cdot \text{l}^{-1}\text{]}$  tartományban mozog.

4. táblázat. A különböző színezési eljárásokra jellemző kibocsátási értékek (ETAD, 1992).

Művelet	Tipikus festék-koncentráció $[\text{g} \cdot \text{l}^{-1}]$	Folyadékarány <sup>1</sup>	Vízfogyasztás $[\text{l} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ textília}]$
Szakaszos <sup>2</sup>	0,1 – 1,0	1 : 50	300
Részben folyamatos	1,0 – 10	1 : 10	60
Folyamatos <sup>3</sup>	10 – 100	1 : 1	6

<sup>1</sup>a folyadékarány definíciója szerint “a szövet tömegének és a fürdő térfogatának aránya”

<sup>2</sup>pl. teljes kimerítés esetén

<sup>3</sup>pl. Foulard technika

A festékeket az alábbi módon osztályozhatjuk:

- **savas festékek:** anionos festékek, amelyek a textília fehérje-, poliamid- és akril funkciós csoportjaihoz kapcsolódhatnak. A fürdő általában jobban kimeríthető a pH csökkentésével;
- **kationos festékek:** a bázikus festék kationos sója, amely a fehérjerostokhoz és szintetikus akrilátokhoz kötődhet;
- **közvetlen festékek:** anionos és kationos festékek, amelyek cellulóz rostokhoz kötődnek;

- **diszperziós festékek:** vízben kevésbé oldódó semleges festékek, amelyeket poliészter, cellulóz észter és poliamid rostok festésére használnak;
- **reaktív festékek:** olyan festékek, amelyek a rostok molekuláival kovalens kötést képesek létesíteni;
- **kén festékek, cserzőfestékek:** vízben oldhatatlan festékek, amelyeket általában a mérsékelten vízoldható (leuko) formájukban alkalmaznak, majd vízben oldhatatlan formába oxidálva kötik őket a szövethez.

A festőgyárak színezési kapacitása széles határok között változik. Amennyiben a kitétségi számítások során egy adott esetben specifikus információ nem áll rendelkezésre, a napi termelés és felhasznált festék mennyiségére vonatkozólag a 5. táblázat adatait vehetjük figyelembe.

**5. táblázat.** A textílfestési kapacitások és a festett termékek tömegének becsült értékei (az ETAD (1992)-ből módosítva).

Rost	Festék <sup>1</sup>	eljárás <sup>2</sup>	Méret	A feldolgozott anyag mennyisége [kg · nap <sup>-1</sup> ]	Használt festék tömege <sup>3</sup> [kg · nap <sup>-1</sup> ]		
					0,25 %	1,0 %	2,5-3,5 %
Poliészter	D	sz	Átlagos	1.000	2,5	10	25-35
Cellulóz-észter			Nagy	20.000	50,0	200	500-700
		f	Csak nagy	30.000	75,0	300	750-1.050
		n	Átlagos	1.500	3,8	15	37-52
Gyapjú	S	sz	Átlagos	1.500	3,8	15	37-52
Gyapot	R	sz	Átlagos	3.000	7,5	30	75-105
		f	Nagy	4.000	10,0	40	100-140
Poliamid	S	sz	Átlagos	1.500	3,8	15	37-52
			Nagy	6.000	15,0	60	150-210
		f	átlagos	6.000	15,0	60	150-210
Akril	B	f	átlagos	10.000	25,0	--	--

<sup>1</sup>festék: d = diszperziós, s = savas, b = bázikus, r = reaktív

<sup>2</sup>folyamat: f = folyamatos festés, n = nyomás, sz = szakaszos festés

<sup>3</sup>festés árnyalata: 0,25 % = halvány, 1 % = átlagos, 2,5 – 3,5 % = sötét árnyalat

### 3.2. Textílfehérités (optikai fehéritők)

A rostok általában sárga színezőanyagokat tartalmaznak. Annak érdekében, hogy fényes fehér, vöröses vagy kékes árnyalatot jöjjön létre, optikai fényesítőket, pl. fluoreszcens fehéritő anyagot (FWA) alkalmaznak. A fluoreszcens fehéritő anyagot általában kimerítő festésben vagy a fulárdozás (=padding; szárítást elkerülő technika) során alkalmazzák. Gazdasági

előnyei miatt ez utóbbi a legfontosabb technika. A felhasznált FWA-k alapvetően az alábbi 3 kategóriába sorolhatók be:

- anionos anyagok, amelyek a savas festékekhez hasonlóan szulfonsav csoportot tartalmaznak, gyapot, gyapjú, valamint poliamid fonal fehérítésére alkalmasak;
- kationos és amfoterikus anyagok, amelyek a bázikus festékekhez hasonlóan viselkednek, poliakrilnitril, cellulóz és poliamid anyagok esetében használhatók;
- szolubilizáló csoport nélküli, a diszperziós festékekhez hasonló tulajdonságokkal rendelkező anyagok, főképp poliészterek, poliamidok és cellulóz-acetát esetében használhatók.

A kimerítés mértéke az FWA szövettel kapcsolatos affinitásától, a folyadékaránytól, hőmérséklettől, időtől, pH-tól és kémiai adalékoktól függ. Ebből következik, hogy a szennyvízbe való kibocsátás minimalizálásához az optimális körülmények alapos ismerete elengedhetetlen. A kimertés/fixálás mértékét a bejelentő adataiból tudhatjuk meg.

### 3.3. Nyomás

A nyomás során, amely a festéstől abban különbözik, hogy nem az egész anyag kerül színezésre, a színyanyag egy szitanyomó berendezés segítségével csak a szövet előre meghatározott területeire kerül. A festék fixálása gőzöléssel vagy sütéssel történik, amelyet a felesleges festék eltávolítására szolgáló mosási lépés követ. Általánosságban három eljárás ismert:

- nyomás diffúziós festékekkel (nyomás; szárítás; fixálás; mosás);
- nyomás pigmenttel (nyomás; szárítás; fixálás);
- transzfer nyomás (transzfer papír; nyomás a textilre; hulladékpapír elhelyezése).

A nyomás során történő kibocsátás mértéke hasonló, mint amivel a folyamatos festés során kell számolnunk. A víz nagy része a nyomást követő mosás és öblítés során, valamint a berendezések tisztításakor kerül felhasználásra (lásd 6. táblázat).

**6. táblázat.** *A nyomási folyamatok során keletkező szennyvíz becsült mennyisége (CEC, 1991).*

Folyamat		[liter]	[l · kg <sup>-1</sup> ]
Nyomópaszta	- lapos szita	36	1,0
	- dobszita	60	1,7
Mosás és öblítés	- lapos szita	300	8,3
	- dobszita	600	16,7

### 3.4. A fixálás mértéke

A festési és nyomási műveletekben a festék típusára, a folyadékarányra és egyensúlyi állandóra (“adszorpciós állandó”) vonatkozó általános becslések alapján kapott kibocsátási adatok és fixálási arányok a 7. táblázatban kerültek feltüntetésre. A fixálási arány becslésében a mosási lépések is szerepelnek.



**7. táblázat** A fixálás becsült mértéke különböző típusú festékek, eljárások és rostok esetén (CEC, 1991).

Festék típusa	Eljárás <sup>1</sup>	Rost típusa <sup>2</sup>	Fixálás mértéke (átlag)	Tatomány %-ban
Diszperziós	F	C, PES	95 %	88 - 99
Diszperziós	N		97 %	91 - 99
Közvetlen	Sz	G	88 %	64 - 96
Reaktív	Sz	Gy	95 %	90 - 97
Reaktív	Sz	G	70 %	55 - 80
Reaktív	Sz	általános	85 %	55 - 95
Cserzőfesték	F	G	80 %	70 - 95
Cserzőfesték	N		75 %	70 - 80
Kén	F	G	70 %	60 - 90
Kén	N		70 %	65 - 95
Savas, 1 SO <sub>3</sub> csoport	Sz	PAM, PAK	90 %	85 - 93
Savas, >1 SO <sub>3</sub> csoport	Sz		95 %	85 - 98
Bázikus	Sz	PAK, PES, PAM, G	99 %	96 - 100
Azo- (naftalin)	F		84 %	76 - 89
Azo- (naftalin)	N		87 %	80 - 91
Fém komplex	Sz		94 %	82 - 98
Pigment	F		100 %	
Pigment	N		100 %	98 - 100
Ismeretlen/alig oldható	F		97 %	85 - 99,5
Ismeretlen/savas csoportok	N		96 %	84 - 99

<sup>1</sup>Eljárás: f = folyamatos festés; n = nyomás; sz = szakaszos festés.

<sup>2</sup>rost típusa: P = protein; G = gyapot; Gy = gyapjú; C = cellulóz; PES = poliészter; PAM = poliamid; PAK = poliakril.

### 3.5. A kibocsátás számolása

A festés során fellépő vízszennyezés legfontosabb paramétere a berendezés és a folyamat "folyadékaránya", amely definíció szerint "a szövet tömegének és a fürdő térfogatának aránya". A napi kibocsátást az alábbi képlettel számíthatjuk:

$$E = W1 \cdot W2 \cdot \frac{(100 - F)}{100} \quad (2)$$

**Jelmagyarázat:**

W1	a naponta feldolgozott anyag mennyisége	[t · nap <sup>-1</sup> ]
W2	az egységnyi termékhez használt anyagmennyiség	[g · kg <sup>-1</sup> ]
F	fixálás mértéke	[%]

**4. Funkcionális textilkikészítési eljárások**

A speciális követelményeknek megfelelően a fehéritett és/vagy festett textiliát egy vagy több funkcionális végfeldolgozási lépésnek is alávetik. Ezek lehetnek mechanikai eljárások (simaság, durvaság, fényesség) vagy kémiai lépések (pl. merevség, lágyság, víz- és szennyasztító képesség, a penészekkel, a rohadással és molyokkal szembeni ellenálló képesség, antisztatikus tulajdonság, tűzállóság). A befejező anyagokat oldatban alkalmazzák, és fixálással kötik az anyaghoz. Leggyakrabban Foulard berendezéseket használnak, amelyek merítő fürdőt, festékszórást és festést, valamint kimerítő eljárásokat alkalmaznak.

**4.1. A kibocsátás számolása**

A kibocsátás egy munkanap alatti mértékét a 2.2 szakaszban megadott képlet segítségével számíthatjuk ki.

**5. Számítási példa**

Egy gyapotszövetre alkalmazott közvetlen festék esetén:

- W1 = a naponta feldolgozott anyag mennyisége = 3.000 [kg · nap<sup>-1</sup>] (átlagos üzem, 4. táblázat).
- W2 = az egységnyi termékhez használt anyagmennyiség = 10 [g · kg<sup>-1</sup>] (átlagos árnyalat, 4. táblázat).
- F = a fixálás mértéke 64 % (amennyiben specifikus adat a bejelentőtől nem áll rendelkezésre, a 6. táblázatban megadott tartomány alsó értékét vesszük).

$$E = 3.000 \cdot 10 \cdot \frac{(100 - 64)}{100} \quad (3)$$

$$= 10.800 \text{ g} \cdot \text{nap}^{-1}$$

## **6. IC-13 textilipari kibocsátások hivatkozásai**

CEC, (1991), Technical and economic aspects of measures to reduce water pollution from textile finishing industry ECT/330795.01, Commission of the European Communities DG XI/A/3

ETAD, (1992), Guidelines for the assessment of environmental exposure to dyestuffs, Ecological and Toxicological Association of the Dyes and Pigments Manufacturers (ETAD), Basle.

Ros, J.P.M., (1985), System for assessing new substances; Section: Expected emissions of textile dyes, RIVM (NL) Report no. 85 150 2001.

Schaub, A., (1973), Textile printing in view of active environmental protection. Textilveredlung 8(1), p. 25-30.



## **IC-14 Festék-, lakk- és fényezőanyag ipar**

**Kockázatbecslés festékek, lakkok és fényezőanyagok előállítása során  
használt vegyi anyagok környezetbe történő kibocsátására**



## 1. Bevezetés

Az alábbi dokumentum a festék-, lakk- és fényezőanyag ipar (14. ipari kategória) vegyi anyag kibocsátására ad becsléseket. A felhasznált adatok főképp két jelentéssel alapulnak:

- “*A festék- és fényezőanyag összetevők környezeti kibocsátásának azonosítása és mennyiségi felmérése*”. Ezt a tanulmányt 1992-ben a Francia Környezetvédelmi Minisztérium és az Institut National de l’environnement industriel et des risques (INERIS) közötti kutatási szerződés keretében végezték el. Bár a benne foglalt adatok alapvetően a franciaországi viszonyokat tükrözik, feltehetően jól alkalmazhatók a legtöbb EU-országra is.
- “*A festékekben és nyomótintákban használt nyersanyagok expozíciós forgatókönyvei (szcenáriói)*”. Ez a dokumentum, amelyet a Confédération Européenne des Associations de Fabricants de Peinture, d’Encres d’Imprimerie et de Couleurs d’Art (CEPE) tett közzé 1993-ban, több európai vállalat adatai alapján kidolgozott forgatókönyveket (szcenáriókat) tartalmaz.

1993-ban a német Umweltbundesamt kezdeményezett egy kutatási projektet ugyanebben a felhasználási kategóriában. A jelentés 1996-ban várható, és más ipari és irodalmi információkkal együtt az eddiginél szélesebb adatbázist fog teremteni a festékek és fényezőanyagok standard expozíciós forgatókönyveinek további pontosításához.

A festékeket és fényezőanyagokat díszítő és/vagy védő célból használják. Használhatjuk őket paszta vagy por alakban. Fizikai és kémiai folyamatokat követően a szubsztrát felületén vékony réteget képeznek. A kezelt szubsztrátok általában az alábbi három kategóriába sorolhatók:

- fémfelületek (autók, teherautók, fémkeretek, hidak, bútorok);
- fa felületek (fa szerkezeti elemek, játékok, bútor, keretek);
- vegyes (beton felületek, közúti útjelek stb.).

A felhasználás területe szerint két kategóriát különböztethetünk meg:

- dekoráció és épületfestés (hivatásos és házi felhasználás);
- ipari felhasználás.

## 2. A festékek és fényezőanyagok összetevői

A festékek és fényezőanyagok összetevőit alapvetően 6 fő kategóriába sorolhatjuk:

- **kötőanyag**: különböző típusú gyanták, amelyek a formulázás során a fő összetevőt képezik és a festékfilm kohézióját és felületi tapadását biztosítják;
- **oldószer**: egy folyadék vagy folyadékkeverék, amely a felvitelt követő száradás során elpárolog; általánosan elterjedtek a vízalapú festékek, a szerves oldószer-alapú festékek és a keverékek;
- **pigment**: a festékben szuszpendált, vízben rosszul oldódó, nagyon finom szerves-, szervetlen- vagy fémes eredetű részecskék. Ezek felelősek a specifikus optikai tulajdonságokért (különösen az opacitásért, vagyis fedőképességért);
- **színezőanyag**: a pigmentekkel ellentétben a színezőanyagok az oldószerben feloldva találhatóak és csak nagyon alacsony, vagy semmilyen fedő hatással nem rendelkeznek;
- **töltőanyagok**: főképp szervetlen eredetű anyagok, amelyek a festékek mechanikai és folyási tulajdonságait javítják, vagy felületi fényességét biztosítják;

- **adalékok:** általában 3 % alatti mennyiségben hozzáadott összetevők, egy adott festék esetében gyakran többfélet is alkalmaznak. A festékek és fényezőanyag gyártásával, tárolásával és felhasználásával kapcsolatos minőségi követelményeket befolyásolják.

*MEGJEGYZÉS: A korhadásgátló anyagokat a naszcens biocidokra vonatkozó irányelv szerint kell felmérni.*

A különböző céllal és koncentrációban alkalmazott adalékok felsorolása az 1. táblázatban található.

**1. táblázat.** *A festékekben és lakkokban alkalmazott különböző adalékanyagok koncentrációi (Pratts, 1992).*

<b>Adalékanyag típusa</b>	<b>Minimum érték (%)</b>	<b>Maximum érték (%)</b>
Bőrösödés gátló (anti-skin agent)*	0,2	0,3
Szétterülést elősegítő adalék	0	0,1
Diszpergáló adalék	0,5	2,0
Vastagító adalék	2,0	3,0
Összefolyást elősegítő adalék**	2,0	5,0
Konzerv/festékes dobozálószer**	0,1	0,3
Szárításgyorsító	0,01	0,1
UV-védő adalék	0,05	0,1
Filmstabilizáló adalék	0,5	1,0
Habzás/buborékosodás gátló**	0,2	0,3
Eltömődés gátló	0,5	1,0
Simító	0,2	1,0

\* = kizárólag vagy főképp szerves oldószeres termékekben

\*\* = kizárólag vagy főképp vizes termékekben

### **3. Környezetbe történő kibocsátás**

#### **3.1. Általános információ**

Környezetszennyezés a festékek és fényezőanyagok összetevőinek az alábbi körülmények közötti kijutása során történhet:

- az összetevők szintézise;
- a festékek és fényezőanyagok formulázása;
- a festékek és fényezőanyagok felhordása;
- festékekkel és fényezőanyagokkal kezelt tárgyak eldobása.

#### Az összetevők szintézise

Az összetevőknek a festékek és fényezőanyagok szintézise során a vegyiparban történő kibocsátásáról nem áll rendelkezésre pontos adat. Ennek hiányában a gyártási folyamat



modellezésére a Technikai Útmutató 2. Fejezetének I. mellékletében található általános kibocsátási tényezők használhatók.

#### A festékek és fényezőanyagok formulázása

Az ipari gyakorlat általában az anyagveszteség (nyersanyag, adalékok, festék) körülbelül 3 %. Ez a veszteség főképp a gyártóeszközök, szállító csővezetékek és kondicionáló berendezések mosása során lép fel. A kibocsátás történhet a levegőbe (párolgás), vízbe (öblítés) vagy a talajba (szilárd hulladékok, iszap, szűrőbetétek...) is.

#### A festékek és fényezőanyagok felhordása

A környezetbe kerülő festék mennyisége ennél a lépésnél alapvetően a felhordási technikától függ: nagyobb a festékszóróval való felhordáskor, alacsonyabb a festékhenger esetében. A kibocsátást a felhasználási terület (ipari, házi) is alapvetően meghatározza.

A díszítő festékek esetében az illó komponensek mind elpárolognak. A nem-illó komponensek mintegy 12 %-os talajba kerüléséért a lecsöpögés, az ecsetek és egyéb eszközök eldobása és a festékesdoboz alján levő maradék a felelős. Ez a magas százalék az általános háztartási felhasználásra jellemző, az adat némileg alacsonyabb a hivatásosok által végzett művelet során (4-6 %). A becslések szerint kevesebb, mint 1-4 % kerül a szennyvízbe az ecsetek és festőhengerek mosása következtében. Végül, a nem illékony összetevők mintegy 3 %-a a szabadban található festett tárgyak élete során bekövetkező kimosódás révén jut a talajba.

Az ipari alkalmazások során az ágazattól függően az illó komponensek vagy teljesen a légkörbe távoznak, egy részüket elégetik, vagy még ritkábban újrahasznosításra kerülnek (lásd a 3.5 táblázatot a tekercsbevonatokért és a 4.2 szakaszt a "helyszíni kezelési eljárások"-ért). A nem-illékony anyagok, amelyek a festés során összegyűlnek és iszapot alkotnak, a helyi szabályoknak megfelelően vagy hulladékként talajfeltöltésre kerülnek, vagy szemétegetőben kerülnek elhamvasztásra.

A vizes környezetbe kibocsátott anyagok általában a festékszóró-kamrában található, és az eszközök tisztítására használt víz révén kerülnek ki. A víz-oldható, nem-illékony komponensek kibocsátása a festett felületekből való kioldódással általában minimális az ilyen típusú festékfelhasználás során.

### Festékekkel és fényezőanyaggal kezelt tárgyak eldobása

Illó anyagokkal itt nem kell számolnunk. A megmaradó szilárd anyagok 100 %-a végeredményben a talajba kerül, vagy közvetlenül (( lerakóba történő elhelyezés landfill), természetes bomlás...) vagy a szeméttégetőkön keresztül.

### **3.2. A festékek és fényezőanyagok összetevői által okozott kibocsátás becslése**

A festékekben található nyersanyagok kibocsátási útvonalaira vonatkozó becslés a 3.0 táblázatban található.

**3.0 táblázat** *A festékalapanyagok környezeti kijutásának általános útvonalai (CEPE, 1993).*

<b>Formulázás</b>	<i>globális veszteség</i>	3 % körül
<i>Lokalizált</i>	<i>levegőbe</i>	minden illó komponens a levegőbe kerül
	<i>vízbe</i>	alacsony: visszatartás és víztisztítás
	<i>talajba</i>	csaknem 100 %-os kezelés
<b>Alkalmazás</b> <i>lokalizált vagy diffúz</i>	<i>globális veszteség</i>	3-50 % között, az alkalmazás területétől függően
	<i>levegőbe</i>	az illó anyagok legnagyobb része általában a levegőbe kerül. Nagyméretű lokalizált alkalmazások esetén a helyi légtisztítás lehetséges
	<i>vízbe</i>	lokalizált alkalmazás esetén alacsony
	<i>talajba</i>	lerakóba történő elhelyezés illetve elhamvasztás aránya országtól függően 100/0 illetve 20/80 között változik
<b>Elimináció</b> <i>általában diffúz</i>	<i>globális veszteség</i>	a megmaradó szilárd anyag tartalom: 45-95 % közötti, az eredeti formulázás és az alkalmazás területétől függően
	<i>levegőbe</i>	jelentéktelen: csak a pácolt vagy beszáradt bevonatokat dobják el ebben a fázisban
	<i>vízbe</i>	jelentéktelen: szilárd termékek, amelyek vízben gyakorlatilag nem oldhatók
	<i>talajba</i>	a talajfeltöltés illetve elhamvasztás aránya országtól függően 100/0 illetve 20/80 között változik

Amennyiben a bejelentési anyagban vagy a HEDSET-ben (illetve a gyártóval/importőrrel való megbeszélés alapján) további adat nem áll rendelkezésre, a környezetbe történő kibocsátás becslésére az expozíciós forgatókönyvek (szcenáriók) 3.1 – 3.20 táblázatokban megadott alapértékeit fogjuk felhasználni.

A kibocsátási arányok értékeit különböző európai országok számos vállalatára vonatkozólag ipari szakértők adták meg (CEPE, 1993). Minden nyersanyagra (azaz oldószerre, kötőanyagra,

pigmentre) érvényesek. Amennyiben az alkalmazási terület nem ismert, a Technikai Útmutató 3. Fejezetének I. mellékletében található alap kibocsátási táblázatokat kell figyelembe venni.

Figyelembe kell venni, hogy

- minden táblázat egy adott felhasználási területre érvényes;
- a festék mennyiségének százalékosan kifejezett kibocsátott mennyisége minden szakaszra (formulázás, felhasználás, elimináció) a fizikai-kémiai tulajdonságok függvényében van megadva;
- minden szakaszra meg van adva, hogy a kibocsátás lokalizált, vagyis néhány ipari helyen történik, vagy diffúz, tehát széles körben elterjedt felhasználásban fordul elő;
- a “jelen van” érték a festék globális összetételére utal és nem a formulázás különböző összetevőire. Csak a festék típusát jellemzi, és a továbbiakban a becslés során nem kerül felhasználásra;
- az “elimináció”-val kapcsolatos számok maximális értékek és a termék élettartama alatti fotokémiai degradációt, valamint a szemétegetést nem veszik figyelembe. A festett termékek, mint például acél és alumínium, újrahasznosítása szintén figyelmen kívül hagyjuk;
- az “elimináció” során a talajba kerülő mennyiség nem szerepel a becslésben. A “formulázás” és “alkalmazás” során a talajba kerülő mennyiség az “ipari talaj” kategóriában a regionális koncentrációk kalkulációjánál bemenő adatként kerül felhasználásra.

Definíciók:

- illékony (illó) anyagoknak azt tekintjük, amelyek gőznyomása 23°C-on  $> 23 \text{ Pa}$  (személyes közlés, 1995). Az így definiált érték kiindulási alapértéknek tekintendő, mivel az anyag illékonyságát a festékréteg más komponenseivel való kölcsönhatás jelentősen befolyásolhatja;
- egy anyagot akkor tekintünk “vízben oldhatónak”, ha vízben való oldhatósága  $> 1 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$  (személyes közlés, 1995).

**3.1 táblázat** *Bútorok (általános).*

		<b>illékony</b>	<b>nem-illékony vízben oldható</b>	<b>nem-illékony vízben nem oldható</b>
jelen van %		55 %	2 %	43 %
<b>Formulázás</b>	Levegő	1 %	-	-
	Víz	1 %	1 %	1 %
	Talaj	-	1 %	1 %
<i>Lokalizált</i>				
<b>Alkalmazás</b>	Levegő	97 %	-	-
	Víz	1 %	3 %	3 %
<i>Diffúz</i>	Talaj	-	3 %	3 %
<b>Elimináció</b>	Levegő	-	-	-
	Víz	-	-	-
<i>Diffúz</i>	Talaj	-	92 %	92 %

**3.2 táblázat** *UV-rögzíthető falakkok.*

		<b>illékony</b>	<b>nem-illékony vízben oldható</b>	<b>nem-illékony vízben nem oldható</b>
jelen van %		1-5 %	-	95-100 %
<b>Formulázás</b>	Levegő	2 %	-	-
	Víz	-	-	-
	Talaj	-	-	2 %
<i>Lokalizált</i>				
<b>Alkalmazás</b>	Levegő	98 %	-	-
	Víz	-	-	-
<i>Diffúz</i>	Talaj	-	-	5 %
<b>Elimináció</b>	Levegő	-	-	-
	Víz	-	-	-
<i>Diffúz</i>	Talaj	-	-	93 %

**3.3 táblázat** *Vizes alapú falakkok.*

		<b>illékony</b>	<b>nem-illékony vízben oldható</b>	<b>nem-illékony vízben nem oldható</b>
jelen van %		5-10 %	1-2 %	30-35 %
<b>Formulázás</b>	Levegő	1 %	-	-
	Víz	2 %	2 %	2 %
	Talaj	-	1 %	1 %
<i>Lokalizált</i>				
<b>Alkalmazás</b>	Levegő	92 %	-	-
	Víz	5 %	5 %	5 %
<i>Diffúz</i>	Talaj	-	30 %	30 %
<b>Elimináció</b>	Levegő	-	-	-
	Víz	-	-	-
<i>Diffúz</i>	Talaj	-	62 %	62 %

**3.4 táblázat** *Nitrocellulóz alapú falakkok (spray-k).*

		<b>illékony</b>	<b>nem-illékony vízben oldható</b>	<b>nem-illékony vízben nem oldható</b>
jelen van %		70-80 %	-	20-30 %
<b>Formulázás</b>	Levegő	2 %	-	-
	Víz	-	-	-
	Talaj	-	-	1 %
<i>Lokalizált</i>				
<b>Alkalmazás</b>	Levegő	98 %	-	-
	Víz	-	-	-
<i>Diffúz</i>	Talaj	-	-	3 %
<b>Elimináció</b>	Levegő	-	-	-
	Víz	-	-	-
<i>Diffúz</i>	Talaj	-	-	96 %

**3.5 táblázat** *Általános tekercsbevonatok.*

		<b>illékony</b>	<b>nem-illékony vízben oldható</b>	<b>nem-illékony vízben nem oldható</b>
jelen van %		40 %	1 %	59 %
<b>Formulázás</b>	Levegő	1 %	-	-
	Víz	-	1 %	1 %
	Talaj	-	1 %	1 %
<i>Lokalizált</i>				
<b>Alkalmazás</b>	Levegő	1 %*	-	-
	Víz	1 %	1 %	1 %
<i>Diffúz</i>	Talaj	-	1 %	1 %
<b>Elimináció</b>	Levegő	-	-	-
	Víz	-	-	-
<i>Diffúz</i>	Talaj	-	96 %	96 %

\*a kürtógázok kezelését feltételezve (98 %, ha nincs kezelés)

**3.6 táblázat** *Bádogdoboz (konzerv/festékes doboz) bevonatok (általános).*

		<b>illékony</b>	<b>nem-illékony vízben oldható</b>	<b>nem-illékony vízben nem oldható</b>
jelen van %		50 %	-	50 %
<b>Formulázás</b>	Levegő	3 %	-	-
	Víz	-	-	-
	Talaj	-	-	3 %
<i>Lokalizált</i>				
<b>Alkalmazás</b>	Levegő	94 %	-	-
	Víz	-	-	-
<i>Diffúz</i>	Talaj	3 %	-	5 %
<b>Elimináció</b>	Levegő	-	-	-
	Víz	-	-	-
<i>Diffúz</i>	Talaj	-	-	92 %

**3.7 táblázat** *Oldószer-alapú kétkomponensű külső fehér konzevdoboz-zománcok.*

		<b>Illékony</b>	<b>nem-illékony vízben oldható</b>	<b>nem-illékony vízben nem oldható</b>
jelen van %		45%	-	55 %
<b>Formulázás</b>	Levegő	1,8 %	-	-
	Víz	-	-	-
	Talaj	0,2 %	-	0,2 %
<i>Lokalizált</i>				
<b>Alkalmazás</b>	Levegő	96 %	-	-
	Víz	-	-	-
<i>Diffúz</i>	Talaj	2 %	-	2,5 %
<b>Elimináció</b>	Levegő	-	-	-
	Víz	-	-	-
<i>Diffúz</i>	Talaj	-	-	97,3 %

**3.8 táblázat** *Vizes alapú kétkomponensű külső fehér konzerv/festékes doboz-zománcok.*

		<b>illékony</b>	<b>nem-illékony vízben oldható</b>	<b>nem-illékony vízben nem oldható</b>
jelen van %		25 %	(20 % víz)	55 %
<b>Formulázás</b>	levegő	1,5 %	-	-
	víz	-	-	-
	talaj	0,5 %	-	0,2 %
<i>Lokalizált</i>				
<b>Alkalmazás</b>	levegő	96,5 %	-	-
	víz	-	-	-
<i>Diffúz</i>	talaj	1,5 %	-	1,5 %
<b>Elimináció</b>	levegő	-	-	-
	víz	-	-	-
<i>Diffúz</i>	talaj	-	-	98,3 %

**3.9 táblázat** Oldószer-alapú epoxi-fenol belső élelmiszerkonzerv/festékes doboz-lakkok.

		<b>illékony</b>	<b>nem-illékony vízben oldható</b>	<b>nem-illékony vízben nem oldható</b>
jelen van %		65 %	-	35 %
<b>Formulázás</b>	levegő	1,5 %	-	-
	víz	-	-	-
	talaj	0,5 %	-	0,6 %
<i>Lokalizált</i>				
<b>Alkalmazás</b>	levegő	93 %	-	-
	víz	-	-	-
<i>Diffúz</i>	talaj	5 %	-	5 %
<b>Elimináció</b>	levegő	-	-	-
	víz	-	-	-
<i>Diffúz</i>	talaj	-	-	94,4 %

**3.10 táblázat** Oldószer-alapú általános fényezőlakkok fém konzerv/festékes dobozokhoz.

		<b>illékony</b>	<b>nem-illékony vízben oldható</b>	<b>nem-illékony vízben nem oldható</b>
jelen van %		55 %	-	45 %
<b>Formulázás</b>	levegő	1,5 %	-	-
	víz	-	-	-
	talaj	0,1 %	-	0,2 %
<i>Lokalizált</i>				
<b>Alkalmazás</b>	levegő	93,4 %	-	-
	víz	-	-	-
<i>Diffúz</i>	talaj	5 %	-	5 %
<b>Elimináció</b>	levegő	-	-	-
	víz	-	-	-
<i>Diffúz</i>	talaj	-	-	94,8 %



**3.11 táblázat** Oldószer-alapú általános fehér bevonatok fém konzerv/festékes dobozokhoz.

		<b>illékony</b>	<b>nem-illékony vízben oldható</b>	<b>nem-illékony vízben nem oldható</b>
jelen van %		40 %	-	60 %
<b>Formulázás</b>	levegő	2 %	-	-
	víz	-	-	-
	talaj	0,3 %	-	0,7 %
<i>Lokalizált</i>				
<b>Alkalmazás</b>	levegő	92,7 %	-	-
	víz	-	-	-
<i>Diffúz</i>	talaj	5 %	-	5 %
<b>Elimináció</b>	levegő	-	-	-
	víz	-	-	-
<i>Diffúz</i>	talaj	-	-	94,3 %

**3.12 táblázat** Oldószer-alapú általános célú enyvek (fém konzerv/festékes dobozokhoz).

<b>p</b>		<b>illékony</b>	<b>nem-illékony vízben oldható</b>	<b>nem-illékony vízben nem oldható</b>
jelen van %		80 %	-	20 %
<b>Formulázás</b>	levegő	1 %	-	-
	víz	-	-	-
	talaj	0,1 %	-	1 %
<i>Lokalizált</i>				
<b>Alkalmazás</b>	levegő	93,9 %	-	-
	víz	-	-	-
<i>Diffúz</i>	talaj	5 %	-	5 %
<b>Elimináció</b>	levegő	-	-	-
	víz	-	-	-
<i>Diffúz</i>	talaj	-	-	94 %

**3.13 táblázat** *Hajóbevonatok.*

		<b>illékony</b>	<b>nem-illékony vízben oldható</b>	<b>nem-illékony vízben nem oldható</b>
jelen van %		45 %	10-15 %	40-45 %
<b>Formulázás</b>	levegő	3 %	-	-
	víz	-	-	-
	talaj	-	-	1 %
<i>Lokalizált</i>				
<b>Alkalmazás</b>	levegő	97 %	-	-
	víz	-	-	5 %
<i>Diffúz</i>	talaj	-	10 %	30 %
<b>Elimináció</b>	levegő	-	-	-
	víz	-	90 %*	2 %
<i>Diffúz</i>	talaj	-	-	62 %

\*a hajó használata során történő kibocsátás

**3.14 táblázat** *Tartálybevonatok.*

		<b>illékony</b>	<b>nem-illékony vízben oldható</b>	<b>nem-illékony vízben nem oldható</b>
jelen van %		40 %	-	60 %
<b>Formulázás</b>	levegő	4 %	-	-
	víz	-	-	-
	talaj	-	-	1 %
<i>Lokalizált</i>				
<b>Alkalmazás</b>	levegő	96 %	-	-
	víz	-	-	-
<i>Diffúz</i>	talaj	-	-	1 %
<b>Elimináció</b>	levegő	-	-	-
	víz	-	-	-
<i>Diffúz</i>	talaj	-	-	98 %

**3.15 táblázat** *OEM (eredeti berendezésgyártó) autógyártás.*

		<b>illékony</b>	<b>nem-illékony vízben oldható</b>	<b>nem-illékony vízben nem oldható</b>
jelen van %		45 %	-	55 %
<b>Formulázás</b>	levegő	3 %	-	-
	víz	-	-	-
	talaj	-	-	1 %
<i>Lokalizált</i>				
<b>Alkalmazás</b>	levegő	97 %	-	-
	víz	-	-	-
<i>Diffúz</i>	talaj	-	-	5 %
<b>Elimináció</b>	levegő	-	-	-
	víz	-	-	-
<i>Diffúz</i>	talaj	-	-	94 %*

\*megjegyzés: tendencia a lokalizált szemétegetéses eliminációra (acél újrahasznosítás)

**3.16 táblázat** *Autó újrafényezés (általános).*

		<b>illékony</b>	<b>nem-illékony vízben oldható</b>	<b>nem-illékony vízben nem oldható</b>
jelen van %		55 %	-	45 %
<b>Formulázás</b>	levegő	3 %	-	-
	víz	-	-	-
	talaj	-	-	1 %
<i>Lokalizált</i>				
<b>Alkalmazás</b>	levegő	97 %	-	-
	víz	-	-	1 %
<i>Diffúz</i>	talaj	-	-	50 %
<b>Elimináció</b>	levegő	-	-	-
	víz	-	-	-
<i>Diffúz</i>	talaj	-	-	48 %

**3.17 táblázat** *Vinil matt emulziók.*

		<b>illékony</b>	<b>nem-illékony vízben oldható</b>	<b>nem-illékony vízben nem oldható</b>
jelen van %		3-5 %	3,5 %	40-54 %
<b>Formulázás</b>	levegő	1 %	-	-
	víz	-	2 %	-
	talaj	1 %	1 %	1 %
<i>Lokalizált</i>				
<b>Alkalmazás</b>	levegő	96 %	-	-
	víz	1 %	3 %	3 %
<i>Diffúz</i>	talaj	1 %	20 %	20 %
<b>Elimináció</b>	levegő	-	-	-
	víz	-	-	-
<i>Diffúz</i>	talaj	-	74 %	76 %

**3.18 táblázat** *Standard alkyd felületi mázak.*

		<b>illékony</b>	<b>nem-illékony vízben oldható</b>	<b>nem-illékony vízben nem oldható</b>
jelen van %		40-60 %	-	40-60 %
<b>Formulázás</b>	levegő	2 %	-	-
	víz	-	2 %	1 %
	talaj	< 1 %	1 %	2 %
<i>Lokalizált</i>				
<b>Alkalmazás</b>	levegő	96 %	-	-
	víz	1 %	3 %	3 %
<i>Diffúz</i>	talaj	-	20 %	20 %
<b>Elimináció</b>	levegő	-	-	-
	víz	-	-	-
<i>Diffúz</i>	talaj	-	74 %	74 %

**3.19 táblázat** *Vizes alapú kültéri fapácok.*

		<b>illékony</b>	<b>nem-illékony vízben oldható</b>	<b>nem-illékony vízben nem oldható</b>
jelen van %		5-10 %	5-10 %	25-50 %
<b>Formulázás</b>	levegő	2 %	-	-
	víz	1 %	1 %	1 %
	talaj	-	1 %	1 %
<i>Lokalizált</i>				
<b>Alkalmazás</b>	levegő	96 %	-	-
	víz	1 %	2 %	2 %
<i>Diffúz</i>	talaj	-	20 %	20 %
<b>Elimináció</b>	levegő	-	-	-
	víz	-	-	-
<i>Diffúz</i>	talaj	-	76 %	76 %

**3.20 táblázat** *Oldószer-alapú beltéri/kültéri fapácok.*

		<b>illékony</b>	<b>nem-illékony vízben oldható</b>	<b>nem-illékony vízben nem oldható</b>
jelen van %		50-55 %	-	40-45 %
<b>Formulázás</b>	levegő	1 %	-	-
	víz	-	-	1 %
<i>Lokalizált</i>	talaj	-	-	1 %
<b>Alkalmazás</b>	levegő	98 %	-	-
	víz	1 %	-	3 %
<i>Diffúz</i>	talaj	-	-	20 %
<b>Elimináció</b>	levegő	-	-	-
	víz	-	-	-
<i>Diffúz</i>	talaj	-	-	75 %

## **4. Az előrejelzett környezeti koncentrációk számítása**

### **4.1. Lokális expozíció**

Lokális expozíció főképp a gyártás/formulázás során és néhány ipari alkalmazásban keletkezik. A 3.1 – 3.20 táblázatok mutatják, hogy a termék egyes életszakaszaiban lokalizált vagy diffúz kibocsátás történik-e. Amennyiben a kibocsátás napban kifejezett időtartamáról, vagy egy ipari helyszínen teljes kibocsátásának realiztikus legrosszabb eseti becsléséről pontos adat nem áll rendelkezésre, a Technikai Útmutató 3. Fejezetének I. mellékletében található B táblázatokban megadott alapértékeket kell használni.

### **4.2. Speciális helyszíni kezelési technikák figyelembe vétele**

Az adalékok ipari alkalmazások során történő kibocsátásának mértéke főképp a bevonó technikától (festékszóró pisztoly, bemerítés, elektrosztatikus spray) és a tisztító berendezésektől függ. Kimerítő légtisztító berendezéseket alkalmaznak az illékony anyagok koncentrációjának csökkentésére (gáztisztító, adszorbens stb.). A megkötött anyagokat ezt követően újrahasznosítják, ártalmatlanítják vagy speciális üzemekben elégetik. Az újrahasznosítás lehetőségeit jobban kihasználó új technikák jelenleg is fejlesztés alatt állnak (Demmich & Blümel, 1992).

Ha a levegő tisztítása vízfüggőnyt alkalmazó festékszóró-kamrában történik, a vizes fázist a lakk koagulátumot tartalmazó iszapból leszűréssel visszanyerik és újra felhasználják. Időről időre azonban friss víz hozzáadása válik szükségessé, és a szennyvizet a csatornába engedik. A kérdéses anyag szennyvízben kialakuló koncentrációját ezért főképp az anyag oldhatósága határozza meg. Feltételezhetjük, hogy a koncentráció eléri az anyag vízben való oldhatósága által szabott határt. Ez a forgatókönyv egy környezeti elemben létrejönni képes legmagasabb, és ezért a legrosszabb eseti koncentrációt adja meg.

### **4.3. Regionális expozíció**

A regionális expozíció kiszámításában minden lokalizált és diffúz kibocsátási adatot figyelembe kell venni. Az "Elimináció" során a talajba történő kibocsátás mennyisége a becslésben nincs figyelembe véve. A "Formulázás" és "Felhasználás" során a talajba kerülő mennyiségek az "ipari talaj" bemenő adataként kerülnek figyelembe vételre.

## **5. IC-14 festékipari kibocsátások hivatkozásai**

Prats, A., Etude sur l'identification et la quantification des principeaux rejets dans l'environnement des additifs pour peintures et vernis, Contrat INERIS-Ministère Environnement DPPR/MCP/CR/VH lettre de commande 6 n\_122/92.

Demmich, J. & W. Blümel, (1992), Lackschlämme aufbereiten und verwerten, Umwelt Vol. 22 (7/8) pp. 431-432.

CEPE, (1993) Scenarios for Environmental Risk Assessment of Paints and Printing Inks Raw Material, Confédération Européenne des Associations de Fabricants de Peinture, d'Encres d'Imprimerie et de Couleurs d'Art.

Personal communication from Fédération des Industries des Peintures, Encres, Couleurs, Colles et Adhésifs, from 24/7/1995.

Szerkesztői megjegyzés:

A soron következő 7. fejezet az eredeti angol nyelvű anyag 2. Környezeti kockázatbecslés fejezetet tartalmazza mellékleteivel együtt.