

## TARTALMI ÖSSZEFOGLALÓ

Az ipari hűtő rendszereknél leginkább hozzáférhető technológiák alkalmazásáról szóló jelen referenciaanyag (BREF) a 96/61/EK Irányelv 16 (2) Cikke meghatározott módon lebonyolított információcsere eredményeit tartalmazza. A referenciaanyag a dokumentum rendeltetését és használatát megfogalmazó bevezetés figyelembevételével kell értelmezni.

Az integrált szennyezésmegelőzés és –csökkentés (IPPC) keretein belül az ipari hűtés horizontális kérdésként szerepel, azaz a jelen dokumentumban szereplő BAT eljárások (leginkább hozzáférhető technológiák) értékelése a konkrét ipari hűtőfolyamat részletes elemzése nélkül történik. Mindazonáltal a hűtő rendszereknél a BAT eljárásokat az adott gyártási folyamat hűtési követelményeinek figyelembevételével vizsgáljuk. A BAT eljárások hűtőfolyamatokban való alkalmazása igen összetett kérdés, mivel az adott folyamatban alkalmazandó hűtési eljárás feltételeit úgy kell egyeztetni a gyár sajátosságaival, valamint a környezetvédelmi követelményekkel, ami gazdaságilag és technikailag megfelelő körülmények között lehetővé teszi annak megvalósítását.

Ipari hűtőrendszerek alatt azon rendszerek értendők, amelyek bármilyen közeg hőfölségét vonják el víz és/vagy levegő általi hőcsere alkalmazásával, melynek eredményeként a közeg hőmérséklete a környezet hőmérsékletét megközelítő értékre csökken.

Jelen dokumentumban a hűtőrendszereknél használatos azon BAT technológia leírása szerepel, amelyek kiegészítő rendszerekként működnek egy adott gyártási folyamat normál működése mellett. A hűtőrendszer megbízható működése előnyösen hat az egész gyártási folyamat megbízhatóságára. A tájékoztató azonban külön nem tér ki a hűtőrendszerek működésére a gyártási folyamat biztonságának szempontjából.

A referenciaanyag az ipari hűtőrendszereknél használatos BAT technológiákat általában ismerteti, fenntartva, hogy egy adott gyárban alkalmazott eljárás mindig a gyár sajátosságaitól függ. Konkrét hűtőrendszer kiválasztását illetően az ismertető csak a hűtőrendszer működéséhez környezetvédelmi szempontból kapcsolódó tényezőkre térhet ki, az adott hűtőrendszerek kiválasztására vagy minősítésére viszont már nem. Ahol redukciót célzó intézkedések kerülnek bevezetésre, a BAT technológiák alkalmazása az egymással érintkező járulékos kölcsönhatására világít rá, hangsúlyozandó, hogy a hűtőrendszerek különböző szennyezőanyag-kibocsátásának csökkentése egyensúlyt igényel.

A fő tájékoztató öt fejezete a BAT technológiák alkalmazását, annak kulcskérdéseit és főbb elveit, a hűtőrendszereket és azok környezetvédelmi aspektusait, a technológiai eljárásokkal kapcsolatos lényegi eredményeket és konklúziókat, valamint a további teendőkre irányuló ajánlásokat tartalmazza. A dokumentum tizenegy függelékében a hűtőrendszerek tervezéséhez és működtetéséhez kapcsolódó konkrét aspektusokat tartalmazó háttérinformáció, illetve a BAT technológiák alkalmazását illusztráló példák találhatók.

### 1. Integrált megközelítés

Az integrált BAT technológiák alkalmazása egy adott gyártási folyamat teljes körű környezetvédelmi teljesítményének kontextusában vizsgálja az adott hűtőrendszer környezetvédelmi teljesítményét. Célja, hogy minimalizálja egy adott hűtőrendszer közvetett és közvetlen hatásait. Alapjául azon megfigyelés szolgál, miszerint egy folyamat hűtésének környezetvédelmi hatékonysága nagymértékben függ a hűtőrendszer kiválasztásától és megtervezésétől. Eszerint az új telepítések esetében a BAT technológiák alkalmazása a szennyezőanyag-kibocsátás megelőzését célozza, azáltal, hogy jelöli a szükséges hűtőrendszert és annak tervezését és konstrukcióját. Ezen felül még a napi működtetés optimalizálásával is csökkenthető a szennyezőanyag-kibocsátás.

A már meglévő hűtőrendszerek esetében rövidtávon kevesebb lehetőség adódik a technológia történő megelőzésre, így a hangsúly az optimalizált működtetés és rendszerellenőrzés által elérhető hulladékkibocsátás-csökkentésre helyeződik. Meglévő hűtőrendszereknél egy sor olyan fix tényező (pl. hely, működési források, már bevezetett törvényi megszorítások) adódhat, amely nagymértékben behatárolja a fejlesztési lehetőségeket. Azonban a dokumentumban leírt általános a BAT technológiák alkalmazása hosszú távú célként is értelmezhető, amely összhangban áll a már meglévő rendszerek berendezéseinek felújítási programjaival.

A BAT technológiák alkalmazásával kapcsolatos megközelítés szerint a hűtés számos gyártási folyamat sarkalatos eleme, így az átfogó energiagazdálkodási rendszer fontos részének tekintendő. A gyártási folyamatok során történő hatékony energiafelhasználás mind a környezetvédelem, mind a gazdaságosság szempontjából nagyon lényeges. A BAT technológiák alkalmazása elsősorban azt jelenti, hogy gondot kell fordítani az ipari vagy gyártási folyamatok teljes energiahatékonyság még a hűtőrendszer optimalizálását megelőzően. Az energiahatékonyság növelésére az ipar megfelelő energiagazdálkodással és integrált energiamegtakarítási programok bevezetésével csökkenteni kívánja a nem-visszanyerhető hő mennyiségét. Ez magában foglalja a hűtött ipari vagy gyártási folyamatok különböző egységei közötti, valamint az ezen folyamatok és más kapcsolódó folyamatok közötti energiacsereket. A mai tendenciák a hővisszanyerés irányába mutatnak azoknál az ipari régióknál, ahol az ipartelepek egymással összeköttetésben állnak, vagy kapcsolódnak a körzeti hőszolgáltatáshoz, illetve meglegházi gazdálkodáshoz. Ahol további hővisszanyerés vagy újrahasznosítás nem lehetséges, a maradék hőmennyiség szükségszerűen a környezetbe kerül kibocsátásra.

A nem visszanyerhető hőmennyiségek esetében három szintet különböztetünk meg: alacsony (10-25°C), közepes (25-60°C) és magas szintű (60°C) nem visszanyerhető hő. Általában véve a nedves hűtőrendszerek alacsony hőmérsékleten, míg a száraz hűtőrendszerek magas hőmérsékleten használatosak. A közepes szintű hő esetében nincs preferált hűtési eljárás, és különböző konfigurációk alkalmazása figyelhető meg.

Az ipari vagy gyártási folyamatok teljes energiahatékonyságának optimalizálása után adott mennyiségű és hőszintű nem visszanyerhető hő képződik. Az alábbi tényezők figyelembevételével elsődlegesen kiválasztható az így visszamaradó hő elvonására szolgáló hűtési eljárás:

- a folyamat hűtési ,
- a telep működését behatároló tényezők (beleértve a helyi törvényi szabályozást is), valamint
- a környezetvédelmi követelmények.

Az ipari vagy gyártási folyamat hűtési követelményeit mindig össze kell hangolni a megbízható eljárásbeli feltételekkel, amelyek tartalmazzák az indítást és leállítást is. A megkívánt legkisebb működési hőmérsékletet és hűtési kapacitást mindig biztosítani kell, hogy ezáltal az ipari vagy gyártási folyamat hatékonyra váljon, valamint csökkenjen a termékvesztés és a környezetbe történő szennyezőanyag-kibocsátás. Minél érzékenyebbek ezek a folyamatok a hőmérsékletre, ez a szempont annál fontosabb.

A telep tényezői behatárolják a tervezési lehetőségeket és a hűtőberendezés lehetséges működtetési módjait. Ezeket meghatározza a helyi éghajlat, a hűtésre majd kibocsátásra kerülő víz elérhetősége, az építésre felhasználható hely nagysága és a környező terület szennyezőanyag-kibocsátásra való érzékenysége. Az eljárás igényektől függően és annak kívánt kapacitása, valamint az új rendszer, a hely kiválasztása nagyon fontos lehet (pl. nagy mennyiségű hidegvíz-forrás). Ahol a telephely kiválasztását más szempontok befolyásolják, illetve a hűtőrendszerek már léteznek, a folyamat hűtési feltételei és a telephely sajátosságai már adottak.

A hűtési folyamat szempontjából a helyi éghajlat is fontos tényező, mivel befolyásolja az alkalmazott hűtővíz és levegő hőmérsékletét. A helyi éghajlat a nedves és száraz hőmérséklettel jellemezhető. A hűtőberendezéseket általában úgy tervezik, hogy megfeleljenek a hűtési igényeknek az adott éghajlaton belül előforduló legkedvezőtlenebb klimatikus viszonyok között, azaz a legmagasabb nedves és száraz hőmérsékletek esetén is.

A hűtőrendszer kiválasztásának és megtervezésének következő lépése a BAT technológiák követelményeinek való megfelelést célozza, a hűtési folyamat és a telephely által meghatározott kívánalmak figyelembevételével. Ez azt jelenti, hogy hangsúlyossá válik a megfelelő nyersanyag és berendezés kiválasztása a üzemben tartási követelmények csökkentése, a hűtőrendszer működtetésének elősegítése, valamint a környezetvédelmi igényeknek való megfelelés érdekében. A hő környezetbe való kibocsátásán kívül más környezeti hatások is felléphetnek, mint például a hűtőrendszerek karbantartására szolgáló adalékanyagok kibocsátása. Fontos hangsúlyozni, hogy amennyiben az elvonandó hőmennyiség, az ipari hűtőberendezés működtetésének környezetre gyakorolt hatása alacsonyabb lesz.

A BAT technológiák alapelvei alkalmazhatók már meglévő hűtőrendszerek esetében is. Műszakilag lehetséges többek között a hűtési technológia megváltoztatása vagy a meglévő berendezés, illetve felhasznált berendezések cseréje vagy módosítása. Ezek a módszerek azonban csak korlátozott mértékben alkalmazhatók.

## 2. Alkalmazott hűtőrendszerek

A hűtőrendszerek működése termodinamikai alapelveken nyugszik. Funkciójuk az, hogy elősegítsék a hűtendő anyag és a hűtőközeg közötti hőcserét, valamint lehetővé tegyék a nem visszanyerhető hő környezetbe való kibocsátását. Az ipari hűtőrendszerek típusuk, illetve a hűtési alapelvük alapján csoportosíthatók, attól függően, hogy vizet, levegőt, vagy a kettő kombinációját használják hűtőközeggé.

A hűtendő anyag és a hűtőközeg közötti hőcserét hőcserélők végzik, majd a hőcserélőktől a hűtőanyag a környezetbe továbbítja a hőt. Nyitott rendszerekben a hűtőközeg a külső környezettel közvetlenül érintkezik. Zárt rendszerekben a hűtőanyag vagy a hűtött anyag csövekben vagy csőspirálokban kering, és nincs közvetlen kapcsolatban a környezettel.

Egyszeri átfolyású rendszerek használata általános olyan nagy kapacitású üzemekben, ahol elegendő hűtővíz és befogadó felszíni víz áll rendelkezésre. Amennyiben nincs megfelelő vízkészlet, recirkulációs rendszerek (hűtőtornyok) használatosak.

Nyílt recirkuláltató tornyokban a hűtővizet légáramlat bejuttatásával hűtik. A tornyokat olyan berendezésekkel látják el, amelyek elősegítik a levegő/víz kontaktust. A légbefúvás előídezhető ventilátorral vagy természetes huzattal. A ventilátoros hűtőtornyokat széles körben alkalmazzák mind kis, mind pedig nagy kapacitásban. Természetes huzattal működő tornyokat nagy kapacitásban (pl. az energiaiparban) használnak.

Zárt cirkulációjú rendszerekben a hűtőközeg vagy a hűtendő anyag anyagot keringtető csöveket vagy csőspirálokat hűtik, miközben a bennük lévő anyagok hőmérséklete csökken. Nedves rendszerekben légbefúvással, párologtatás útján hűtik a csöveket vagy csőspirálokat, amelyeket vízzel locsolnak. Száraz rendszerekben csak légbefúvást alkalmaznak. Mindkét alkalmazásnál lehetőség van ventilátorok felszerelésére, amelyek a hűtőfelület megnagyobbításával növelik a hűtőhatást. Zárt nedves rendszereket széles körben alkalmaznak kisebb hűtőkapacitásoknál. A száraz levegőhűtéses eljárás mind a kisebb ipari, mind a nagyobb energiaipari létesítményekben fellelhető azokban az esetekben, amikor nem áll rendelkezésre elegendő mennyiségű víz, vagy ahol a víz nagyon drága.

A nyílt és zárt hibrid hűtőrendszerek speciális ventilátor tornyok, amelyek lehetővé teszik a száraz és nedves működést a látható gőzképződés csökkentése érdekében. A rendszer

(különösen a kis cellatípusú egységek) száraz rendszerként való működtetése alacsony külső hőmérséklet esetén lehetővé teszi az évi vízfogyasztás és a látható gőzképződés csökkentését.

**1. táblázat: A különböző nem energiatermelő ipari felhasználású hűtőrendszerek műszaki és termodinamikai jellemzői**

Hűtőrendszer	Hűtőközeg	Fő hűtési eljárás	Minimális hőmérséklet-különbség (K) <sup>4)</sup>	A hűtött anyag minimálisan elérhető végső hőmérséklete <sup>5)</sup> (°C)	A gyártási folyamat kapacitása (MW <sub>th</sub> )
Nyílt egyszeri átbocsátású rendszer - közvetlen	Víz	Hővezetés/ Hőszállítás	3 – 5	18 – 20	<0.01 - > 2000
Nyílt egyszeri átbocsátású rendszer - közvetett	Víz	Hővezetés/ Hőszállítás	6 – 10	21 – 25	<0.01 - > 1000
Nyílt recirkuláló hűtőrendszer - közvetlen	Víz <sup>1)</sup> Levegő <sup>2)</sup>	Elpárolgatás <sup>3)</sup>	6 – 10	27 – 31	< 0.1 - >2000
Nyílt recirkuláló hűtőrendszer - közvetett	Víz <sup>1)</sup> Levegő <sup>2)</sup>	Elpárolgatás <sup>3)</sup>	9 – 15	30 – 36	< 0.1 - > 200
Zárt ciklusú nedves hűtőrendszer	Víz <sup>1)</sup> Levegő <sup>2)</sup>	Elpárolgatás + hőszállítás	7 – 14 <sup>7)</sup>	28 – 35	0.2 – 10
Zárt ciklusú száraz levegős hűtőrendszer	Levegő	Hőszállítás	10 – 15	40 – 45	< 0.1 – 100
Nyílt vegyes hűtés	Víz <sup>1)</sup> Levegő <sup>2)</sup>	Elpárolgatás + hőszállítás	7 – 14	28 – 35	0.15 - 2.5 <sup>6)</sup>
Zárt vegyes hűtés	Víz <sup>1)</sup> Levegő <sup>2)</sup>	Elpárolgatás + hőszállítás	7 – 14	28 – 35	0.15 - 2.5 <sup>6)</sup>

Megjegyzések:

- 1) A víz a másodlagos hűtőanyag; nagyrészt recirkulál. Az elpárolgó víz szállítja a levegőbe a hőt.
- 2) A levegő a hűtőközeg, amin keresztül a hő a környezetbe távozik.
- 3) Az elpárolgatás a fő hűtési eljárás; a hőnek csak kisebb mennyisége távozik hővezetés/hőszállítás útján.
- 4) A száraz és nedves légköri hőmérséklettől függő relatív hőmérséklet-különbség.  
A hőcserélő és hűtőtorony hőmérséklet-különbségi értéke hozzáadandó.
- 5) A végső hőmérséklet a telep éghajlatától függ (az adatok az átlagos európai éghajlat középértékeire vonatkoznak).  
30°/21°C száraz/nedves légköri hőmérséklet és max. 15°C vízhőmérséklet
- 6) A kis egységek kapacitása – több egység kombinációjával vagy speciális építésű hűtőrendszerekkel nagyobb kapacitás érhető el.
- 7) Közvetett rendszereknél vagy ott, ahol hőszállítást alkalmaznak, a táblázatban megadott hőmérséklet-különbség 3-5K-nel nő, ami megnöveli a folyamat hőmérsékletét is.

A táblázatban láthatóak az egyes alkalmazott hűtőrendszerek jellemzői adott éghajlati viszonyok között. A hűtést követően a hőcserélőből távozó hűtött anyag végső hőmérséklete a hűtőközeg hőmérsékletétől, valamint a hűtőrendszer típusától függ. A víz jobb hűtőanyag, mivel magasabb fajlagos hőkapacitású, mint a levegő. A hűtővíz vagy- levegő hőmérséklete a helyi nedves és száraz légköri hőmérséklettől függ. Minél magasabbak ezek a légköri hőmérsékletek, annál nehezebb alacsony végső hőmérsékletre hűteni a folyamatban résztvevő anyagot.

A hűtött anyag végső hőmérséklete megegyezik a legalacsonyabb környezeti (hűtőközeg) hőmérséklet, valamint a hűtőrendszerbe bemenő hűtőközeg hőmérséklete és a hűtőrendszerből távozó hűtött anyag legalacsonyabb megkívánt hőmérséklete különbségének összegével. A bemenő hűtőközeg és a kimenő hűtőhőcserélőnél mért hőmérsékletének differenciája a hűtés hatékonyságával arányos. Gyakorlatilag a hőmérséklet-különbség nagyon alacsony is lehet, a költségek viszont fordítottan arányosak annak nagyságával. Minél kisebb a hűtés határfoka, annál alacsonyabb vég hőmérséklet érhető el az adott folyamatban. Minden egyes hőcserélőhöz

tartozik egy hatásfok tényező, és amennyiben több hőcserélő van a rendszerben, minden hőcserélő bemenő és kijövő hőmérséklet-különbségi értéke hozzáadódik a hűtőrendszerbe bemenő hűtőközeg hőmérsékletéhez, hogy így kapjuk meg a folyamatban elérhető véghőmérsékletet. További hőcserélőket azoknál a közvetett hűtőrendszereknél alkalmaznak, amelyeknél további hűtőkör kerül a rendszerbe. Ez a szekunder hűtőkör hőcserélőn keresztül kapcsolódik a primer hűtőkörhöz. Közvetett hűtőrendszereket akkor használnak, ha a folyamatban résztvevő anyagok semmiképpen sem juthatnak a környezetbe.

Az energiatermelő ágazatokban általában használatos hűtőrendszerek esetében a gőzkondenzációs eljárások speciális követelményei miatt a minimális hőmérséklet-különbségi értékek és a hűtőkapacitások némileg eltérnek a nem energiatermelő szektorokban használt rendszerekétől. A különböző hőmérséklet-különbségi értékek és a hozzájuk tartozó energiatermelési teljesítménymutatók összegzése az alábbi táblázatban látható:

**2. táblázat: Az energiatermelő ágazatokban használt különböző hűtőrendszerek teljesítménybeli és termodinamikai jellemzői**

Hűtőrendszer	Alkalmazott hőmérséklet-különbségi értékek (K)	Energiaelőállító folyamat teljesítménye ( $MW_{th}$ )
Nyílt egyszeri átbocsátású rendszerek	13-20 (szélső különbségi érték 3-5)	< 2700
Nyílt nedves hűtőtorony	7-15	< 2700
Nyílt vegyes (nedves-száraz) hűtőtorony	15-20	< 2500
Száraz levegőhűtéses gőzleválasztó	15-25	< 900

### 3. Az alkalmazott hűtőrendszerek környezetvédelmi aspektusai

A hűtőrendszerek környezetvédelmi aspektusai az alkalmazott hűtőberendezéstől függően változnak, azonban a hangsúly minden esetben a teljes energiakinyerésre és a természetes vizekbe történő szennyezőanyag-kibocsátás csökkentésére tevődik. A felhasználási és emissziós szintek nagymértékben telephely-függőek, és ahol számszerűleg mérhető, ott nagyarányú eltéréseket mutatnak. A BAT technológiák általános alkalmazását szorgalmazó nézet szerint minden egyes környezeti aspektus, valamint az azokhoz kapcsolódó csökkentést célzó intézkedések vizsgálatánál

- **Energiafelhasználás**

A közvetlen és közvetett energiafelhasználás minden hűtőrendszer esetében számottevő környezeti tényező. A közvetett energiafelhasználás az az energiamennyiség, ami a hűtési folyamatban használódik fel. A közvetett energiafelhasználás az alkalmazott hűtőberendezés nem optimális hűtési teljesítménye következtében megnövekedhet, ami a folyamatban hőmérsékletnövekedést ( $\Delta K$ ) eredményezhet, amely az eljárás során hőmérséklet emelkedéshez vezethet és melynek mértéke  $W_e/MW_{th}/K$  egységekben fejezhető ki.

Egy hűtőrendszer adott közvetlen energiafelhasználását  $kW_e/MW_{th}$  egységekben fejezzük ki. Ez a szám azt az egy  $MW_{th}$ -ra eső felhasznált energiamennyiséget jelöli, amit a hűtőrendszer összes energiafogyasztó berendezése (szivattyúk, ventilátorok) elfogyaszt.

Az adott közvetett energiafelhasználást a következő intézkedésekkel csökkenthetjük:

- a legalacsonyabb közvetett energiafelhasználású hűtőberendezés kiválasztása (ide tartoznak általában az egyszeri átfolyású rendszerek),
- alacsony hőmérsékletű rendszer alkalmazása,
- a hőcsere-folyamatnak történő ellenállás csökkentése a hűtési rendszer megfelelő karbantartásával.

Az energiaipar esetében például az egyszeri átfolyású rendszerekről a recirkulációs rendszerekre való áttérés a kiegészítő berendezések energiafogyasztásának növelését, valamint a termikus ciklus hatékonyságának csökkenését eredményezi.

Az adott közvetlen energiafelhasználás csökkentése érdekében nagyteljesítményű szivattyúk és ventilátorok alkalmazhatók. A folyamat során fellépő ellenállás és nyomásvesztés csökkenthető megfelelő tervezésű hűtőrendszer kiválasztásával, és alacsony ellenállású vízleválasztók és toronytöltő használatával.

- **Víz**

A víz elsődleges hűtőanyagként funkcionál nedves hűtőrendszerek esetében, emellett azonban hűtővíz-fogadó környezetként is fontos szerepet tölt be. Nagy mennyiségű vízkészlet felvétele a halak és más vízi élőlények összezúzását vagy beszívását eredményezi, míg nagy mennyiségű melegvíz kibocsátása szintén hatással van a vízi környezetre, bár ezek a hatások a vízfelvevő és vízkibocsátó helyek körültekintő választásával, valamint az árapály vagy torkolati áramlatok megfelelő elhelyezésével szabályozhatók, így biztosítható a melegvíz megfelelő keveredése és légmozgások okozta szétáramlása.

A vízfelhasználás a nyílt hibrid hűtőtornyok  $0,5 \text{ m}^3/\text{h}/\text{MW}_{\text{th}}$  fogyasztásától a nyílt egyszeri átfolyású rendszerek akár  $86 \text{ m}^3/\text{h}/\text{MW}_{\text{th}}$  fogyasztásáig is terjedhet. Az egyszeri átfolyású rendszerek nagyarányú vízbevitelének csökkentéséhez szükséges a recirkulációs rendszerre való átállás; ez egyúttal csökkenti a kibocsátott meleg hűtővíz nagy mennyiségét, valamint a környezetbe jutó kemikáliák és hulladék mennyiségét is. A recirkulációs hűtőrendszerek vízfogyasztása csökkenthető a hűtőkörök számának növelésével, a pótvíz minőségének javításával, illetve a telephelyen vagy azon kívül rendelkezésre álló szennyvízkészletek felhasználásának optimalizálásával. Mindkét megoldás igényel egy átfogó hűtővíz-kezelési program összeállítását. A vegyes hűtési rendszer lehetővé teszi a száraz hűtést az év bizonyos szakaiban, így az alacsonyabb hűtési kapacitást igénylő vagy alacsony léghőmérséklet mellett működő vegyes hűtési rendszereknél csökkenthető a vízfogyasztás, különösen a kis cellatípusú egységeknél.

A vízvétel helyének és módjának megfelelő megtervezésével, valamint különböző eszközök (védőrosták, rácsok, fény- és hangeffektusok) használatával csökkenthető a halak és más vízi élőlények összezúzása és beszívása. Az eszközök hatása az adott fajtól függ. A költségek magasak, így ezeket a módszereket leginkább természeti övezetek esetében alkalmazzák. A hő újrafelhasználásának kiterjesztésével elérhető a hűtési kapacitás csökkenése, ami a meleg hűtővíz felszíni vizekbe történő kibocsátását csökkentheti.

- **A hő felszíni vizekbe történő kibocsátása**

Mint a fentiekben már leírtuk, a hő felszíni vizekbe történő kibocsátása környezeti hatást válthat ki a befogadó felszíni vízkészletben. A befolyásoló tényezőkhez tartozik többek között a befogadó vízkészlet hűtőkapacitása, aktuális hőmérséklete és ökológiai helyzete. A felszíni vízbe eresztett hűtővíz általi hőkibocsátás eredményeképpen a víz hőmérséklete a Környezetvédelmi minőségi előírásban (EQS) meghatározott szint fölé emelkedhet meleg nyári időszakokban. Az Európai Bizottság 78/569/EGK sz. rendeletében két ökológiai rendszer (a lazacos és pontyos vizek) hőmérsékleti előírásait rögzítette. A hőkibocsátás környezeti hatása szempontjából nemcsak a víz aktuális hőmérséklete, hanem a vízbe történő hőkibocsátás nyomán a keveredési zóna határánál bekövetkező hőmérsékletemelkedés is lényeges tényező. A kibocsátott hő mennyisége és szintje a befogadó felszíni víz paramétereire viszonyítva, az adott környezeti hatás nagyságának fényében vizsgálendő. Azokban az esetekben, ahol a hő viszonylag kis területű felszíni vízbe távozik, és a melegvíz eléri a folyó vagy csatorna túlsó partját, a folyamat a lazacfélék vándorlását meggátolhatja.

A fenti hatásokon kívül a hőkibocsátás eredményeként fellépő magas hőmérséklet

megnövekedett légzésszámot és elszaporodást (eutrofizációt) eredményezhet, ami a víz oxigénkoncentrációját csökkenti.

Hűtőberendezések tervezésénél tehát a fenti tényezőket, valamint a felszíni vízbe történő hőkibocsátás csökkentésének lehetőségeit mérlegelni kell.

- **Felszíni vizekbe történő emisszió**

Felszíni vizekbe történő emisszió során az alábbi szennyezőanyagok kerülhetnek a környezetbe:

- a hűtővíz előállításánál felhasznált adalékanyagok és azok vegyületei,
- a levegőből a hűtőtornyokon keresztül a hűtővízbe került anyagok,
- a hűtőrendszer berendezéseinek képződött korróziós anyagok, valamint
- a folyamatba bekerülő anyagok (produktumok) kémiai anyagok szivárgása és azok reakciótermékei.

A hűtőrendszerek megfelelő működtetése megkívánhatja annak kezelését a hűtővíz okozta korrózió, vízkőlerakódás, valamint mikro- és makroszennyeződés ellen. Nyílt egyszeri átfolyású rendszereknél és recirkulációs rendszereknél a fenti kezelések különböznek. Utóbbiak esetében a hűtővíz-kezelő eljárások igen összetettek, a felhasznált kemikáliák pedig sokfélék lehetnek. Ennek következtében a recirkuláltató rendszerek iszaptalanításakor bekövetkező szennyezőanyag-kibocsátás szintjei is nagy eltéréseket mutatnak, és nehéz reprezentatív emissziós szinteket mérni. Időnként az iszapot a kibocsátás előtt kezelik.

Nyílt egyszeri átfolyású rendszereknél a kimenetnél szabad oxidáló biocidok kibocsátása 0,1 [mg FO/l] és 0,5 [mg FO/l] között változik, a dózis összetételétől és az adagolás gyakoriságától függően.

**3. táblázat: Nyílt és recirkuláltató nedves hűtőrendszereknél alkalmazott hűtővízkezelés kémiai összetevői**

Kémiai kezelésben használt anyag*	Vízminőségi problémák					
	Korrózió		Vízkövesedés		(Bio-)szennyeződés	
	Egyszeri átbocs. rendszerek	Recirkuláltató rendszerek	Egyszeri átbocs. rendszerek	Recirkuláltató rendszerek	Egyszeri átbocs. rendszerek	Recirkuláltató rendszerek
Cink		X				
Molibdátok		X				
Szilikátok		X				
Foszfónátok		X		X		
Polifoszfónátok		X		X		
Poliolészterek				X		
Természetes szerves anyagok				X		
Polimerek	(X)		(X)	X		
Nem oxidáló biocidok						X
Oxidáló biocidok					X	X

\* A kromátot nagymértékű környezeti hatása miatt már nem alkalmazzák széles körben.

A szivárgás és korrózió csökkenthető olyan hűtőberendezés kiválasztásával és alkalmazásával, amely a környezetnek megfelelő anyagok felhasználásával épült. Ezt a környezetet jellemzik:

- a folyamat paraméterei, azaz hőmérséklet, nyomás, áramlási sebesség,
- a hűtendő anyag, valamint
- a hűtővíz kémiai jellemzői.

A hőcserélők, csövek, szivattyúk és bevonatok gyártásánál általánosan használatos anyagok

közé tartozik a szénacél, a réz-nikkel ötvözetek és különböző minőségű rozsdamentes acélok, de újabban titánt (Ti) is gyakran használnak. Felületvédelemre alkalmaznak még különböző bevonatokat és festékréteget is.

- **Biocidok használata**

A nyílt egyszeri átfolyású rendszerek makroszennyeződések elleni kezelése főként oxidáló biocidok használatával oldható meg. A felhasznált mennyiség kifejezhető az egy  $MW_{th}$ -ra eső oxidáló adalékanyag mint klór-ekvivalens évi mennyiségével, a hőcserélőben vagy amellel mért szennyeződési szintnek megfelelően. Az oxidáló adalékanyagként használatos halogének egyszeri átfolyású rendszerekben való alkalmazása nagy környezeti terheléshez vezet, elsősorban a halogénezett melléktermékek kibocsátása miatt.

Nyílt recirkuláltató rendszerekben víz-előkezelést alkalmaznak vízkövesedés, korrózió és a mikroszennyeződések ellen. A recirkulációs nedves rendszerek viszonylag kis részénél sikeresen alkalmazhatók alternatív kezelési mennyiség, például ózon vagy UV fény, ezek azonban különleges körülményeket és nagy költségráfordítást kíván.

A hűtővíz-kibocsátás káros hatásait csökkenteni lehet többek között a derítő lökéskezelés során történő lezárásával vagy a befogadó felszíni vízbe történő kibocsátás előtt iszapkezeléssel. A hulladékfeldolgozó berendezésben történő iszapkezelés során ellenőrizni kell a fennmaradó biocid aktivitást, mivel az kihatással lehet a vízben levő mikroba populációra.

A kibocsátás során történő szennyezés és annak vízi környezetre gyakorolt hatása csökkenthető olyan biocidok kiválasztásával, amelyek mind a hűtőrendszer kívánalmainak, mind a befogadó vízi környezet érzékenységének megfelelnek.

- **Levegőbe való kibocsátás**

A száraz ciklusú hűtőtornyok által kibocsátott levegő általában nem minősül a hűtés meghatározó tényezőjének. Szennyeződés akkor történik, ha az előállított termék szivárog, ezt azonban a megfelelő karbantartás megakadályozhatja.

A nedves hűtőtornyok által kibocsátott cseppek szennyeződhetnek a vízkezelés során alkalmazott kemikáliák, mikrobákkal vagy korróziós termékekkel. Vízválasztók és optimalizált vízkezelési programok használatával a lehetséges kockázatok csökkenthetők.

Gőzképződés ott figyelhető meg, ahol horizontális karcolások keletkeznek a berendezés szerkezeti anyagában, vagy amikor fennáll annak a veszélye, hogy a gőz eléri a föld színét.

- **Zaj**

A zajszennyezés nagyméretű természetes huzatú hűtőtornyoknál, illetve ventilátoros hűtőrendszereknél válik helyi problémává. Csillapítatlan zajkibocsátás esetében a zajszint a természetes huzatú tornyok 70 [dB(A)] szintjétől a ventilátoros tornyok 120 [dB(A)] szintjéig terjed. A változatosság a különböző berendezéseknek köszönhető illetve a zajszintmérés helyéből adódnak, mivel a zajszint a levegőbemenetnél és a levegőkimenetnél eltérő. A legfontosabb zajforrások a ventilátorok, a szivattyúk és a lezúduló víz.

- **Kockázati tényezők**

A hűtőrendszerekkel kapcsolatos kockázati tényezők a hőcserélőkből történő szivárgás, a kémiai anyagok tárolása, valamint a nedves hűtőrendszerek bakteriális fertőződése (például a légionáriusbetegség [bakteriális tüdőbetegség] *Legionella pneumophila* baktérium által).

A szivárgás és bakteriális fertőződés elkerülhető megelőző karbantartás és ellenőrzés alkalmazásával. Ahol a szivárgás a vízi környezetre káros hatású anyagok nagymértékű kibocsátásához vezethet, közvetett hűtőrendszerek alkalmazása vagy speciális megelőző

intézkedések bevezetése szükséges.

A *Legionella pneumophila* (Lp) baktérium elszaporodásának megelőzésére megfelelő vízkezelési program bevezetése ajánlott. Az Lp baktériumtenyészetek egy literre vonatkozó koncentrációját illetően nem definiálható olyan határérték, amely alatt a fertőződés kockázata kizárható. Erre a kockázati tényezőre a karbantartási műveletek alatt fokozott figyelmet kell fordítani.

- **A hűtőrendszerek működése során visszamaradt anyagok**

A visszamaradó anyagokról és hulladékokról kevés adat áll rendelkezésre. A hűtővíz előkezeléséből vagy a hűtőtorony-medencékből származó iszap hulladéknak tekintendő. Az így keletkezett hulladékok kezelése és ürítése különböző módszerekkel történik, a mechanikai sajátságoktól és a kémiai összetételtől függően. A koncentrációsintek a hűtővízkezelési módszerrel együtt változnak.

A környezetszennyezés csökkenthető a berendezések szempontjából még kevésbé káros állagmegóvó eljárásokkal, valamint olyan anyagok alkalmazásával, amelyek a hűtőrendszer berendezésének leszerelése vagy cseréje után újrahasznosíthatók.

#### **4. A BAT technológiákkal kapcsolatban levonható legfontosabb következtetések**

A 4. fejezetben olvasható BAT technológiák új és már meglévő rendszereknél való alkalmazása. Az eredmények a következőként foglalhatók össze:

A végső BAT technológia mindig telephelyfüggő, de egyes részterületeken az alkalmazott technológiákat általános BAT technológiaként definiálhatjuk. A hőújrahasznosítás területén a nem visszanyerhető hő szintjének csökkentésére rendelkezésre álló és alkalmazható módszereket minden esetben mérlegelni és alkalmazni kell, mielőtt még megtörténne egy adott gyártási folyamatból származó hő eloszlása.

A BAT technológia egyfajta módszerként, technológiaként vagy folyamatként értelmezendő, ami az ipari hűtőberendezések működtetésének környezeti hatásait hivatott átfogóan kezelni, miközben megmarad az egyensúly a közvetett és a közvetlen hatások között. Redukciót célzó intézkedések bevezetésénél törekedni kell a hűtőrendszer hatékonysági szintjének megtartására, vagy olyan mértékű hatékonyságvesztés elérésére, ami elenyészőnek tekinthető az eljárások alkalmazásának környezetre gyakorolt jótékony hatása mellett.

Számos környezeti tényező esetében definiálhatók olyan technológiák, amelyek a BAT ismérvei alapján BAT technológiának tekinthetők. A hulladék csökkentésre, illetve a hulladékkezelésre szolgáló technikák területén viszont nincs olyan egyértelműen meghatározható BAT technológia, amellyel a talaj és víz, valamint porlasztás esetében a levegő szennyeződését meg lehetne szüntetni.

- **A gyártási folyamatra és telephelyre vonatkozó követelmények**

A gyártási folyamatra és telephelyre vonatkozó követelményeknek megfelelő nedves, száraz, illetve nedves/száraz hűtési technológiák kiválasztásánál a fő szempont a legmagasabb összenergia-hatékonyság. Nagy mennyiségű alacsony hősszintű (10-25°C) hőmennyiség kezelése esetében BAT technológia értelmében a magas összenergia-kinyerés céljainak leginkább a nyílt egyszeri átfolyású rendszerek felelnek meg. Zöldmezős beruházás esetében ennek megfelelően olyan (partmenti) területeket érdemes választani, ahol megfelelő, nagy mennyiségű hűtővíz és nagy mennyiségű kibocsátott hűtővíz befogadására alkalmas felszíni víz áll rendelkezésre.

Ahol olyan veszélyes anyagok hűtése folyik, amelyek (a hűtőrendszerből kikerülve) nagymértékben veszélyeztetik a környezetet, a BAT technológia értelmében szekunder hűtési körrel ellátott közvetett hűtőrendszert kell alkalmazni.

A talajvíz hűtésben való alkalmazását általában minimalizálni kell, főként ott, ahol fennáll a talajvíz-készletek kimerítésének veszélye.

- **A közvetlen energiafelhasználás csökkentése**

A hűtőrendszer energiafelhasználása a hűtőrendszerben fellépő víznek- és/vagy levegőnek való ellenállás csökkentésével, illetve kis energiaigényű berendezések használatával tartható alacsony szinten. Ahol a hűtési folyamat változó működtetési programokat kíván, a levegő vagy vízáramlás szabályozása sikeres módszerek bizonyul, így optimális technológiai eljárásnak tekinthető.

- **A vízfogyasztás és a vízbe történő hőkibocsátás csökkentése**

A vízfogyasztás, valamint a vízbe történő hőkibocsátás csökkentése szorosan összefügg, így ugyanazok a technikai megoldások érvényesek mindkettőre.

A hűtéshez szükséges vízmennyiség az eloszlatni kívánt hőmennyiséghez kapcsolódik. Minél nagyobb arányú a hűtővíz újrahasznosítása, annál kevesebb hűtővíz szükséges a folyamathoz.

Ahol nem áll rendelkezésre elegendő mennyiségű vagy megfelelő vízkészlet, a hűtővíz nyitott vagy zárt recirkulátató nedves rendszerbe való visszaforgatása BAT technológiának tekinthető.

Recirkulációs rendszereknél BAT technológia lehet a ciklusok számának növelése, ezt azonban korlátozhatják a hűtővízkezelés követelményei.

A vízleválasztók alkalmazása is BAT technológia, amennyiben az örvénylés visszaszorítható a teljes recirkulációs folyamat 0,01 százalékára.

- **Beszívás redukció**

Számos különböző technológiát fejlesztettek ki a beszívás megelőzésére, valamint a beszívás esetén fellépő károsodás csökkentésére, ezek sikere azonban változó és telephely-specifikus. Nem áll még rendelkezésre egyértelmű BAT technológia, azonban hangsúlyt fektetünk az adott élőhely elemzésére, mivel az eljárások sikere vagy kudarca nagymértékben függ az egyes fajok viselkedési formáitól, illetve a vízkivétel módjának és helyének megfelelő megválasztásától.

- **Kemikáliák vízbe történő kibocsátásának csökkentése**

A BAT eljárásoknak megfelelően a vízi környezetbe történő szennyezőanyag-kibocsátás csökkentését szolgáló lehetőségek kiválasztásánál a következő sorrend érvényesül:

1. olyan hűtőrendszer kiválasztása, amely alacsonyabb mennyiségű szennyezőanyagot bocsát ki a felszíni vizekbe,
2. nagyobb korrózióálló anyag használata a hűtőrendszer építéséhez,
3. a folyamatban résztvevő anyagok hűtőkörbe való szivárgásának megakadályozása, illetve csökkentése,
4. alternatív (nem kémiai) hűtővízkezelés alkalmazása,
5. olyan hűtővíz-adalékanyagok kiválasztása, amelyekkel csökkenthető a környezetre gyakorolt káros hatás, valamint
6. a hűtővíz-adalékanyagok optimalizált felhasználása (ellenőrzés és adagolás).

BAT technológiának tekintendő a szennyeződés és korrózió megfelelő tervezéssel való elkerülése, ami által csökken a hűtővíz-kezelés szükségessége. Egyszeri átfolyású rendszereknél a megfelelő tervezés magában foglalja a pangó zónák és örvénylés kiiktatását és a minimális

vízsebesség fenntartását (0,8 [m/s] hőcserélők, 1,5 [m/s] kondenzátorok esetében).

BAT technológiának számít a titán vagy kiváló minőségű rozsdamentes acél használata egyszeri átfolyású rendszereknél, ahol a korrózióveszély magas. A titántól eltérő, de ahhoz hasonló ellenálló képességű anyagok használata ott szükséges, ahol a környezeti korlátozások nem teszik lehetővé titán alkalmazását.

Recirkulációs rendszereknél a megfelelő tervezésen felül a BAT technológiához tartozik még az alkalmazott koncentrációs ciklusok, valamint a folyamatban résztvevő anyag korróziós szintjének megállapítása a megfelelő korrózióállóságú építőanyag kiválasztása érdekében. Hűtőtornyok esetében BAT technológiának tekintendő a megfelelő hűtőtorny-betét kiválasztása a vízminőség (szilárdanyag-tartalom), a várható szennyeződés, valamint a hő- és korrózióállóság függvényében, illetve a kémiai konzervációt nem igénylő szerkezeti anyagok kiválasztása.

A vegyiparban alkalmazott gőzfázisú inhibitoros (VCI) eljárás célja, hogy minimalizálja a vízi körülmények fenyegető kockázatokat a folyamatban résztvevő anyagok szivárgása esetén. Az eljárás együttesen vizsgálja egy adott anyag környezetre gyakorolt hatásának szintjét és a megkívánt hűtési eljárást és ellenőrzési feltételeket. A szivárgás során fellépő lehetséges nagyobb fokú kockázattényező esetén az eljárás magasabb szintű rozsdamentesítő módszereket, közvetett hűtési módot, valamint a hűtővíz fokozott ellenőrzését írja elő.

- **A szennyezőanyag-kibocsátás csökkentése optimalizált hűtővízkezeléssel**

Egyszeri átfolyású rendszereknél az oxidáló biocidok alkalmazásának optimalizálása a biocid-adagolás időzítésétől és gyakoriságától függ. BAT technológiának tekintendő a biocid-bevitel csökkentése célzott adagolás és a makroszennyezési tényezők (pl. lebegő kagylóhéjak) ellenőrzésének együttes alkalmazásával, valamint a rendszerben lévő hűtővíz tartózkodási idejének kihasználásával.

Azoknál a rendszereknél, ahol a különböző hűtőáramok a kimenetnél összekeverednek, a lőketváltós klórozás BAT technológiának tekinthető, ami tovább csökkenti a szabad oxidálószer koncentrációját a kibocsátott anyagban. Általában véve az egyszeri átfolyású rendszereknél a szakaszos kezelés elegendő az ellenszennyeződés megelőzésére. A fajtól és vízhőmérséklettől függően (10-12°C felett) szükség lehet alacsonyabb szinteken történő folyamatos kezelésre is.

Tengervíz esetében a BAT eljárások által meghatározott, az ezen eljárások során kibocsátott anyagban szabadon visszamaradó oxidálószer-mennyiség (FRO) szintje az alkalmazott adagolási rendszernek (folyamatos vagy szakaszos), a dózis koncentráció szintjének, valamint a hűtőrendszer konfigurációjának megfelelően változik. A szintek  $\leq 0,1$  [mg/l] és  $0,5$  [mg/l] között változnak, az átlagos 24 órás érték pedig  $0,2$  [mg/l].

A vízkezelésnél, és különösen a nem-oxidáló biocideket felhasználó recirkulációs rendszerek esetében a bevezetendő BAT technológiáknál elengedhetetlenül fontos körültekintő döntéseket hozni az alkalmazott vízkezelési módszerről, illetve annak megfigyeléséről. A megfelelő kezelési módszer kiválasztása összetett feladat, melynek során számos helyi és telephelyi sajátosságot kell figyelembe venni, és azokat összeegyeztetni a kezelési adalékanyagokkal, azok mennyiségével és kombinációjával.

A BAT technológiák alkalmazásával kapcsolatos helyi szintű döntési folyamat elősegítéseként a referenciaanyag a helyi, IPPC engedély kiadásáért felelős hatóságoknak kíván támpontokat adni az elbírásához.

A biocid termékekről szóló 98/8/EK sz. rendelet szabályozza a biocid termékek európai piacra kerülését, és a hűtőrendszerekben használt biocideket külön kategóriaként kezeli. Az

információcsere kimutatja, hogy néhány tagállamban speciális szervek felügyelik a hűtővíz-adalékanyagok alkalmazását.

Az ipari hűtőrendszerekkel kapcsolatos információcsere részeként lefolytatott megbeszélés két javaslatot eredményezett a hűtővíz-adalékanyagokat illetően. Ezek akár kiegészítőeszközként is szolgálhatnak az engedélyező hatóságok számára a döntések meghozatala során:

1. Előzetes rostát szolgáló értékelés a már meglévő koncepciók alapján, amely lehetővé teszi a hűtővíz-adalékanyagok egyszerű összehasonlító elemzését a potenciális vízkörnyezeti hatás szempontjából (A szintjelmegállapításról, VIII.1-es függelék).
2. A befogadó vízbe kibocsátott biocidok várható hatásainak telephely-specifikus elemzése, a Biocidikus termékekről szóló rendelet nyomán, felhasználva a módszer kulcselemeit a majdani Vízkészletekről szóló rendelet Környezetvédelmi minőségi előírásainak (EQS) meghatározásához (A biocidok helyi méréséről, VIII.2-es függelék).

A szintjelmegállapítás során több alternatív hűtővíz-adalékanyag környezetre gyakorolt hatását vetik össze, míg a biocidok helyi mérése a BAT technológiák kiválasztásánál válik döntő fontosságúvá, (PEC/PNEC < 1). A helyi értékelő módszerek ipari emisszió ellenőrzésére való használata máris elterjedt a gyakorlatban.

- **A levegőbe történő szennyezőanyag-kibocsátás csökkentése**

A hűtőtornyok működtetésekor keletkező, levegőbe kibocsátott szennyezőanyagok csökkentése kapcsolódik a cseppek szennyezőanyag-koncentrációjának csökkentése céljából történő hűtővíz-kezelés optimalizálásához. Ahol az áramlás a fő hordozómechanizmus, a cseppeválasztók alkalmazása is BAT technológiának számít, amennyiben a teljes recirkulációs folyamat kevesebb, mint 0,01 százaléka vész el cseppeként a folyamatban.

- **Zajcsökkentés**

A zajcsökkentésre irányuló elsődleges intézkedések az alacsony zajszintű berendezések alkalmazása. A járulékos zajcsökkentés mértéke max. 5 [dB(A)]-ig terjed.

A másodlagos intézkedések közé tartozik a ventilátoros hűtőtornyok be- és kimeneténél történő zajcsökkentés, ami 15 [dB(A)] vagy annál több. Szükséges megjegyezni, hogy a zajszintcsökkentés, különösen az ezt megcélzó másodlagos intézkedések nyomáscsökkenéshez vezethetnek, aminek kompenzálása külön energiabevitel mellett lehetséges.

- **Szivárgás és mikrobiológiai kockázatok csökkentése**

BAT technológiának tekintendők: a szivárgás megfelelő tervezéssel való megelőzése; a tervezés által meghatározott kereteken belül való működés; a hűtőrendszer rendszeres felülvizsgálata. Az elsősorban vegyipari alkalmazású gőzfázisú inhibitoros (VCI) eljárás biztonsági előírásainak alkalmazása BAT technológiának tekinthető; az előírások az előzőekben említetteknek megfelelően a vízbe történő szennyezőanyag-kibocsátás csökkentését célozzák.

A *Legionella pneumophila* baktérium hűtőrendszerbeli megjelenését nem lehet teljes mértékben megakadályozni, azonban BAT technológiaként szerepelhetnek a következők:

- a pangó zónák kiiktatása és megfelelő vízsebesség fenntartása,
- a hűtővíz-kezelés optimalizálása a szennyeződés csökkentése, az algásodás és az amóbák elszaporodásának megelőzése érdekében,
- a hűtőtorny medencéjének rendszeres tisztítása,
- a kezelőszemélyzetet érő légzőszervi ártalmak kockázatának csökkentése zaj- és arcvédő eszközök használatával a működésben levő egységbe való bemenetkor, valamint a torony magasnyomású tisztítása során.

## 5. Új és már meglévő rendszerek közötti különbségek

Új rendszereknél bármely BAT technológia alkalmazható. Amennyiben ezek bevezetése technológiai változtatást igényel, az eljárások alkalmazása a már meglévő hűtőrendszerek esetében korlátozódhat. Kis hűtőtornyok sorozatgyártásában a műszaki változtatások technikailag és gazdaságilag is kivitelezhetők. Nagyméretű rendszerek esetében azonban a műszaki változtatások már általában nagy költségvonzatúak, emellett átfogó és számos tényezőre kiterjedő műszaki és gazdasági értékelést kívánnak. Néhány esetben nagyméretű rendszereknél is kivitelezhetők viszonylag kismértékű változtatások, alkalmazások és berendezéscserék. Nagyobb mértékű műszaki változtatásokhoz részletes elemzést kell készíteni a környezetre gyakorolt hatásokat illetően.

Általában véve BAT technológiák új és már meglévő rendszerek esetében hasonlóak, amennyiben a fő cél a környezeti hatások csökkentése a rendszer működésének fejlesztésével. Ez a következőkre utal:

- a hűtővíz-kezelés optimalizálása a hűtővíz-adalékanyagok ellenőrzött kiválasztásával és adagolásával, a környezetre gyakorolt negatív hatások csökkentése céljából,
- a berendezés rendszeres karbantartása, valamint
- a működési paraméterek, többek között a hőcserélő-felület korróziós sebességének, a hűtővíz kémiai összetételének, illetve a szennyeződés és szivárgás mértékének ellenőrzése.

Az alábbi módszerek már meglévő hűtőrendszereknél való alkalmazása BAT technológiának tekintendő:

- megfelelő hűtőtorny-betét alkalmazása az eldugulás megelőzésére,
- a forgó alkatrészek alacsony zajszintű alkatrészekre való kicserélése,
- a szivárgás megelőzése a hőcserélő csövek ellenőrzésével,
- oldaláramú biológiai szűrés,
- a feltöltővíz minőségének javítása, valamint
- célzott adagolás egyszeri átfolyású rendszerek esetében.

## 6. Konklúziók és javaslatok a további teendőkre

Jelen tájékoztató dokumentum a Műszaki Munkacsoport (TWG) nagyfokú támogatását élvezi. Az ipari hűtésben alkalmazandó BAT technológiák azonosítása és értékelése általában véve összetett munkának minősül, amellett, hogy nagymértékben telephely- és folyamat-specifikus, mivel számos műszaki és költségtényezőt foglal magába. Mindazonáltal a hűtőnél használatos BAT technológiák alkalmazásának elve, mely a tájékoztató általános bevezetőjében és a 4. fejezet BAT technológiákról szóló bevezetőjében leírtakon alapszik, egyértelmű komoly támogatottságot élvez.

Az információcsere rámutatott számos olyan kérdésre, amelyben további munka szükséges a jelen tájékoztató dokumentum felülvizsgálatát követően. A hűtővíz-kezelés helyi értékeléséhez további vizsgálatokat kell végezni annak irányában, hogy miképpen lehet minden releváns tényezőt és telephelyhez kötődő kémiai jellemzőt számításba venni, ugyanakkor szükség van világos irányelvekre és kivitelezhető eljárásra. Egyéb érdeklődésre számot tartó területek még az alternatív hűtővíz-kezelés technikai, a mikrobiológiai kockázatok minimalizálása és a levegő minőségét befolyásoló szennyezőanyag-kibocsátás. Ezekben a területeken még további erőfeszítésekre van szükség.