



**EUROPEAN COMMISSION**  
DIRECTORATE-GENERAL ENERGY AND TRANSPORT  
New Energies & Demand Management  
**Promotion of Renewable Energy Sources & Demand Management**

Брюксел, 1 август 2006

## **ЕВРОПЕЙСКА ПИЛОТНА ПРОГРАМА „MOTOR CHALLENGE”**

### **Модул “Хладилни системи”**



### **Съдържание**

1. Запознаване с модул "Хладилни системи" .....	1
2. Описание на компонентите на "Хладилни системи" .....	1
A. Описание на основната система .....	1
B. Документиране и измерване на основните работни параметри на системата .....	5
C. Общи показатели за производителност на системата .....	5
3. Определяне на енергоспестяващи технически мерки .....	6
4. План за действие .....	12
5. Годишен доклад .....	13

## 1. Запознаване с модул “Хладилни системи”

Този документ се издава като допълнение към програмата „Motor Challenge” – „Насоки за партньорите”. Чрез него се дефинира какво трябва да включва Планът за действие на партньорите по проекта, ако в задълженията им се включва и проучване на хладилни системи<sup>1</sup>. По-специално място е отделено на описанието на дейността на партньорите за всяка една от следните стъпки:

- **Описание** на компонентите на “Хладилна система”. Предназначение на системата;
- **Оценка** на приложимостта на възможни енергоспестяващи мерки;
- **План за действие**, представен пред Комисията, който описва мерките предвидени да бъдат приложени от партньорите за намаляване на производствените разходи чрез подобряване на енергийната ефективност;
- **Годишен доклад** за изпълнението на дейностите заложи в Плана за действие.

Трябва да се отбележи, че докато документите и оценките са собственост на предприятието и са конфиденциална информация, то Плана за действие и Годишния доклад се представят пред Комисията.

Този документ обхваща всички хладилни промишлени системи. Понятието хладилна система е дефинирано като система, която осигурява температурен режим под 0°C. На практика често се срещат системи за принудително охлаждане, които работят в диапазона от 0 °C до температура на околната среда, но те не попадат в обхвата на този модул. Много от мерките, описани по-долу, касаещи хладилни системи са сходни с мерките приложими при системи за принудително охлаждане. Хладилни системи работещи при температура над температурата на околната среда трябва да се разглеждат отделно.

## 2. Описание на компонентите на хладилните системи

Като първа стъпка при определяне на приложими енергоспестяващи мерки, партньорът на програмата MCP трябва да направи опис на компонентите на системата и основните работни параметри на системата. Описанието се изготвя на 3 етапа:

A (описание на основната система)

B (документиране и измерване на работните параметри на системата) и

C (обща показатели за производителност на системата).

### A. Описание на основната система

Описанието на основната система включва регистриране и документиране на проведени консултации със специалист или описание на достъпни и лесни за изпълнение мерки, с цел събиране на следните данни:

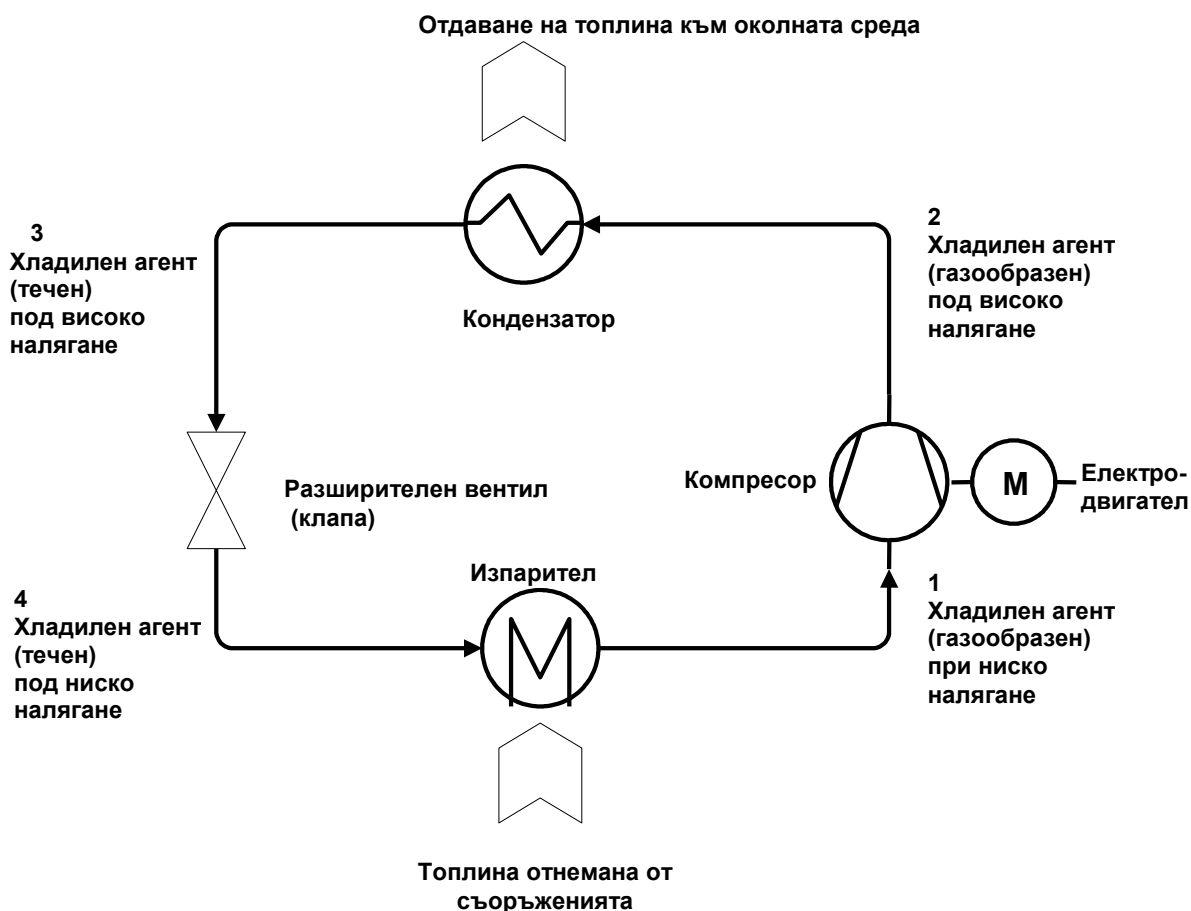
1. Списък на оборудването и елементите на системата, свързани с основното приложение на хладилната система;
2. Вид на хладилния агент в инсталацията;

3. Температура при крайния потребител (температура на използване, минимум);
4. Съществува ли изискване за повече от един температурен режим?
5. Работни часове на година;
6. Профил на потреблението: оценка на дневните/седмичните колебания;
7. Изключва ли се системата когато не се използва?
8. Възраст на компонентите на системата

В много предприятия повечето или всички от тези данни могат да бъдат събрани от персонала.

### Хладилна система

В наши дни хладилните системи намират широко приложение в промишлеността. Сектори на промишлеността с най-голям дял на хладилни системи са хранителната промишленост, химическата промишленост и строителната промишленост. Повечето от изградените такива системи са основани на принципа на охлаждане чрез изпарение, при който се използва хладилен агент, който има способността да преминава от течно в газообразно състояние. Основните компоненти на хладилните системи са компресор, изпарител и кондензатор, виж фигурата по-долу. В зависимост от приложението на системата, тя може да бъде изградена и от няколко компресори и кондензатори.



- **Изпарител:** В изпарителя се изпарява хладилния агент. Топлината отделена в условното пространство на изпарителя причинява изпарение на течния хладилен агент при много ниска температура (производство на газ при ниска температура и ниско налягане).
- **Компресор:** Компресорът изтегля газообразния вече хладилен агент от изпарителя чрез изпомпване и го компресира до високо налягане. Компресирането на хладилния агент води до повишаване на температурата му. Обикновено изпарителя се монтира в машинната зала. В практиката се използват три основни типа компресори: бутален компресор, спирален и турбо компресор.
- **Кондензатор:** Обикновено кондензатора се монтира отделно. Теплообменник предава топлината от хладилния агент на околния въздух. Газообразния хладилен агент, компресиран до високо налягане, след компресора се втечнява в кондензатора, като самото охлаждане вътре в кондензатора преминава при постоянно налягане. Вече охладения до средна температура и под високо налягане втечнен хладилен агент напуска кондензатора.
- **Дроселиращ вентил:** Дроселиращият вентил контролирано пропуска силно компресирания втечнен хладилен агент. Когато се намали степента на компресия на втечнения хладилен агент се понижава и температурата му на кипене. След това хладилния агент се изпарява при ниска температура, като отнема топлината за да охлади.

### Хладилни агенти

Хладилния агент трябва да отговаря на следните изисквания:

- Поради съображения за сигурност хладилния агент трябва да има висока енталпия на изпарение и кондензиране, и точка на кипене при налягане, което технически е лесно постижимо.
- Поради съображения за приложимост хладилния агент трябва да има висока химическа устойчивост (стабилност).
- Поради съображения за сигурност хладилния агент не трябва да е възпламеним, избухлив (взривен) или токсичен.
- Поради съображения за опазване на околната среда хладилния агент трябва да има слабо влияние върху изтъняването на озоновия слой и глобалното затопляне.

Основните групи хладилен агент са на амоняка и на халоген хидрокарбонат. Съединения: CFC като например R-12, HCFC като R-22 и HFC като R-134a, R-404 или R-507.

В миналото CFC често са били използвани като хладилни агенти, но постепенно са извадени от употреба въз основа на международно

споразумение касаещо влиянието им над изтъняването на озоновия слой. Използването на HCFC като R-22 в нови инсталации е забранено от 2000г.

Допълнителни алтернативи на съединенията HCFC са естествените хладилни агенти като CO<sub>2</sub>, амоняк или вода. В наши дни типични хладилни агенти са:

### **Амоняк NH<sub>3</sub> (R-717)**

Амоняка се използва като хладилен агент в големи промишлени предприятия. И двете фази на амоняка (течна и газообразна) са безцветни. Има силна, остра и неприятна миризма. Амоняка гори когато се нагрее и може да избухне при високи температури. Амоняк в газообразна фаза е около два пъти по-тежък от въздуха. Основния недостатък на амоняка е по-високото изискване за безопасност.

### **R-134a**

R134a е съединение, производно на HCFC или HFC съединение. Не съдържа хлор, слабо влияе върху намаляване дебелината на озоновия слой и глобалното затопляне. Намира приложение в автомобилния сектор, постоянно токови (A/C) системи и системи работещи при средна (междинна) температура на охлаждане.

### **R407C**

R407C е трикомпонентно съединение на HCFC или HFC съединения, съдържащи 23% от R32, 25% от R125 и 52% от R134a. R407C е бил създаден като възможна алтернатива за R22 в индустрията. При замяна на хладилния агент в системите със зеотропна смес, се повишава чувствителността към температурните изменения.

### **R123 (CHCl<sub>2</sub>CF<sub>3</sub>)**

**R123** е синтетична трудно запалима, летлива течност с основно приложение като хладилен агент в търговските и промишлени климатични инсталации. В момента R123 се използва като междинен заместител за CFC и BrFC, които са излезли от употреба с протокол от Монтьро за намаляване дебелината на озоновия слой от 1987г. През 1992г. е прието изменение от Копенхаген на протокола от Монтьро, съгласно което R123 и други HFCIC трябва да излязат от употреба до 2020г.

### **R22 (CHClF<sub>2</sub>)**

R22 е съединение, производно на HCFC съединение. Има ниско съдържание на хлор, малка степен на влияние за намаляване дебелината на озоновия слой и глобалното затопляне. R22 все още може да се използва в малки термopомпени системи, но не може да бъде произвеждан за употреба в страните от ЕС след 2003г. След 2010г. се спира от производство и **CHClF<sub>2</sub>**, само рециклиран или останал на склад R22 може да бъде използван. Има слаба миризма, безцветен е в газообразно или течно състояние, не е токсичен, не е дразнещ, не е възпламеним, не е разяждащ, устойчив.

Приложение: климатични агрегати, при които размера на оборудването и икономите са важни. Климатични инсталации, Ниско и среднотемпературни системи за охлаждане/замразяване.

В таблицата по-долу са дадени типични хладилни агенти, допълнително използвани, освен амония.

Компресор	Типична мощност	Алтернативно охлаждащо вещество
Бутален	70 ÷ 500 kW	HFC-407C
Спирални	150 ÷ 1500 kW	HFC-407C HFC-134a
Винтови	70 ÷ 300 kW	HFC-407C HFC-134a
Центробежен	над 500 kW	HFC-134a HCFC-123

### В. Документиране и измерване на работните параметри на системата

Документирането и измерването на посочените по-долу параметри е желателно за всички системи, и основно за големи системи (над 20 kW). Събирането на тези данни може да бъде извършено от квалифициран инженерен персонал на предприятието или от трета страна, например MCP поръчител.

1. При товар и на празен ход
2. Тип и работа на системата за контрол и индивидуалната система за контрол на хладилния агент
3. Обща консумирана мощност (включително вентилатори на кондензаторите)
4. При големи системи, се използва уред за автоматично регистриране и подходящи устройства на входа, за измерване на: налягане, температура, дебит, напрежение/ток и относителна влажност.

### С. Общи показатели за производителност на системата

Въз основа на събраните данни могат да бъдат оценени следните общи показатели за производителност на системата.

1. Годишни капиталови разходи [Euro/год]		A. Работни часове за година [час/год]	
2. Годишни разходи за поддръжка [Euro/год]		B. Електрическа мощност [kW]	
3. Енергийни разходи [Euro/год]		C. КПД <sup>(1)</sup> [-]	
4. Общи разходи (сума от 1÷3) [Euro/год]		D. Охлаждаща мощност (B*С) [kW]	
Общи специфични разходи за охлаждане (D/4) [Euro/kWохлаждане]			

(1) Ако не е известна стойността за КПД на системата добро приближение на COP могат да бъде направено на базата на температурите в кондензатора и

изпарителя.  $COP = 0.5 \cdot \frac{T_{изпарител}}{T_{газ-охладител} - T_{изпарител}}$  (Температурата е в Келвин).

Трябва да се отбележи, че за много системи (в частност по-малките, такива под 10 kW) възможните спестявания не могат да се докажат като цяло и тогава се извършват допълнителни оценки за изграждане на по-прецизна картина. В такива случаи, оценката се базира на “правилото на палеца”, например:

- Годишните капиталови разходи могат да бъдат оценени на 7% от настоящи разходи за подмяна на цялата система;
- Разходите за поддръжка могат да се оценят като 4% от настоящите разходи за подмяна;
- Енергийните разходи могат да се оценят на база номинална мощност и работни часове.

### 3. Оценка на приложими енергоспестяващи мерки

Консумацията на електроенергия от системите за охлаждане/замразяване могат да бъдат намалени с прилагането на следните основни мерки:

**Оптимизация на системата** – като цяло промишлените хладилни системи имат висока ефективност. Основни енергоспестяващи мерки подходящи за тях са оптимално оразмеряване и определяне на потребностите за охлаждане и генериране на студ, особено при ниско натоварване. Също така тези мерки трябва да обхванат и управлението/регулирането на цялата система.

**Мерки за ефективна експлоатация и поддръжка** – Наличието на установена практика за експлоатация и поддръжка може значително да подобри ефективността на системите за охлаждане. Почистването на охлаждащите секции няколко пъти в годината, осигуряването на засенчване на външните топлообменници и реализирането на добра циркулация на въздуха между тях са някои примери за енергоспестяващи мерки.

Проверявайте дали вратите на хладилниците и фризерите се затварят плътно и се уверете, че всички повреди по вратите са отстранени. Ако се извършва редовна периодична поддръжка на системата и съоръженията може да се постигне енергоспестяване между 4 – 8 %.

Намаляването на потребността от охлаждане може да се постигне чрез посочените по-долу детайлни мерки:

- **Подобри задвижващи механизми (водят до 7% спестявания)**
  - ❖ Използване на високо ефективни електродвигатели (EFF1) за задвижване на хладилния компресор;
  - ❖ Използване на високоефективни електродвигатели (EFF1) за задвижване на хладилни помпи;
  - ❖ Използване на високоефективни електродвигатели (EFF1) за задвижване на вентилаторите на кондензатора.

- **Използване на регулируеми по скорост задвижващи механизми за частично натоварване (води до около 50% спестявания)**
  - ❖ Използване на регулируеми по скорост задвижващи механизми за задвижване на хладилния компресор;
  - ❖ Използване на регулируеми по скорост задвижващи механизми за задвижване на хладилни помпи;
  - ❖ Използване на регулируеми по скорост задвижващи механизми за задвижване на вентилаторите на кондензатора.
- **Регенериране на топлината отделена при работа на електроедвигателите** – Хладилния компресор, при работа, отделя топлина. Тази топлина, заедно с топлината отделена от охлаждащия кондензатор, може да бъде използвана за други цели като отопление или подготовка на топла вода. Количеството на отделената топлина зависи от работата на системата, което е значително повече през летните месеци.
- **Изпарителни кондензатори** – Повечето хладилни системи използват въздушно охлаждане на кондензаторите за отнемане на топлината. Изпарителните кондензатори използват “филтър” за охлаждане на околния въздух, който влизайки в кондензатора подобрява процеса на отнемане на топлина от него.
- **Поставяне на кондензатор** - Монтирайте кондензатора на сенчесто място, където ще се улесни отнемането на отделената от кондензатора, при работата му, топлина.
- **Избягване на ненужно ниски температури** – Проверете какви температури се изисква да бъдат поддържани за реализиране на процеса, който извършвате. Опитайте се да поддържате температурата на хладилния агент колкото е възможно по-висока.
- **Почистване на топлообменниците** – Почиствайте периодично топлообменниците. Чистата повърхност на топлообменника ще осигури висок потенциал за трансфер на топлината. Поддръжката на топлообменниците играе важна роля за повишаване на ефективността на хладилни системи.
- **Плавно регулиране на хидростатичното налягане** – Плавното регулиране на хидростатичното налягане позволява то да се изменя в зависимост от външните условия. Това води до намаляване на разходите и помага за удължаване времето на живот на оборудването. Плавно регулиране на хидростатичното налягане често е стандартно допълнение към новите системи, но може да бъде добавяно и допълнително.
- **Регулиране на размразяването** – Енергоефективна система за размразяване подобрява работата на размразителния цикъл. Най-ефективния механизъм за контрол е контрол на потреблението, което инициира размразяването по различен начин като измерване на температурата или спада на налягането в изпарител, измерването на натрупването на скреж и чувствителност на влажност. Всички от тези



методи, ако се прилагат правилно, са по-ефективни от използването на обикновен часовник/хронометър за стартиране на процеса на размразяване. Енергоспестяването следствие от прилагането на тези мерки се оценява на около  $1 \div 6\%$  от потребяваната от охлаждащата система енергия.

- **Загуби на хладилен агент (утечки)** – Пълния коефициент на полезно действие на системата може да бъде постигнат ако се поддържа минимално ниво на хладилния агент в системата. Загубата на хладилен агент не само ще навреди на околната среда но и ще намали ефективността на инсталацията. За да се избегне това, проверявайте периодично нивото на хладилния агент в системата и своевременно предприемайте мерки за отстраняване на утечките.
- **По-ефективна изолация** – Подобряването на изолацията може да ограничи притока на топлина и следователно да понижи значително потреблението от охлаждане. Изолация трябва да се постави както на съоръженията така и на тръбните връзки.
- **Енергоефективно осветление в хладилния склад** – Цялата отпадна топлина отделена от съоръженията в хладилния склад трябва да бъде компенсирана от хладилната система. По-енергоефективни съоръжения, по-малко отделена отпадна топлина. Например, ако осветителната система се оптимизира, като се използват Т-8 флуорисцентни осветителни тела с електронен баласт ще се намали необходимия товар за охлаждане.
- **Резервоари за съхранение на лед** – Системите за съхранение на лед могат да се използват за опимизиране работата на хладилната система. Но в резултат на това, че в хладилния склад има допълнителни загуби, използването на резервоари за съхранение на лед трябва да бъдат внимателно оразмерени от гледна точка на икономии и енергопотребление.
- **“Дроселиращи” турбини** – Вместо разширяването на хладилния агент чрез дроселиране е възможно това да се извърши в малка турбина, която генерира механична енергия от понижаването на налягането на хладилния агент. Такива системи са скъпи и с оглед на този аспект са подходящи за приложение само в големи хладилни системи с голям брой работни часове годишно.
- **Абсорбционни хладилни системи** – В случаи на отделяне на топлина от технологични съоръжения, използването на абсорбционни хладилни системи може да подобри ефективността на цялата система. Те могат да използват топлина вместо електроенергия за задвижване на охладителния процес.

Разбира се приложимостта на определени мерки и степента на икономии до която довеждат се определя от размера и естеството на разглеждания процес. Само оценката на системата и на нуждите на вашето предприятие може да определи какви мерки са подходящи и печеливши за случая. Тези оценки могат да бъдат извършени от квалифициран сервизен доставчик на хладилни

системи (които могат да са поръчители на програмата „Предизвикателство за моторите“) или квалифициран инженерен персонал на предприятието.

Въз основа на извършените оценки и заключения можете да определите мерките, които са приложими за вашата система, като включите и оценки на икономиите, стойността на инвестицията в тези мерки и периода на възвращаемост на инвестицията. Резултатите от тези оценки са конфиденциална собственост на предприятието и не се предоставят на Комисията.

В таблицата по-долу са показани възможни мерки водещи до значителни енергоспестявания, които биха могли да бъдат приложени към вашата система. Мерките, посочени в таблицата, са подредени в низходящ ред в зависимост от тяхното влияние върху системата и леснота на изпълнение.

**Таблица 1: Енероефективни мерки, приложими в хладилни системи**

<b>Мярка</b>	<b>Потенциал за спестяване</b>
<b>Намаляване на потреблението на охлаждане</b>	
Оптимизация на системата	8 – 10 %
Мерки свързани с работата и поддръжката на системата	4 – 8 %
По-ефективна изолация	5 – 10 %
Регенериране на топлината	
Енергоефективни съоръжения/осветяване в хладилни складове	
<b>Използване на ефективни съоръжения и оборудване</b>	
Регулируеми по скорост компресори, вентилатори, помпи	4 – 6 %
Високо ефективни изпарителен вентилаторен електро мотор	2 - 5 %
Високо ефективни компресорни системи	2 - 5 %
Високо ефективни кондензаторни вентилаторни електромотори	2 - 5 %
Изпарителни кондензатори	
<b>Подходящи действия за избягване на излишно ниски температури</b>	
Почистване на топлообменниците	
Контрол на налягане на течности	
Плавно регулиране на хидростатичното налягане	
Регулиране на размразяването	

Оценката трябва да се извърши за всяка мярка на база приложимост. Оценката е показан по-долу.

<b>Енергоефективни мерки, приложими в хладилни системи</b>					
Енергоспестяващи мерки	Резултати от оценките				
	Специфична предложена дейност	Оценени годишни икономии	Инвестиционни разходи	Годишни разходи за експлоатация и поддръжка	Период на възвръщаемост (месеци)
По-ефективна изолация					
Регенериране на топлината					
Енергоефективно оборудване/осветление в хладилните складове					
Регулируеми по скорост механизми за задвижване: компресори, вентилатори, помпи					
Високо ефективни електродвигатели					
...					

## 4. План за действие

Вашият План за действие, както е показано в таблицата по-долу, трябва да съдържа:

- Мерките, които сте избрали да реализирате и времеви график за тяхното изпълнение;
- Причините, поради които са избегнати други мерки.

Планът за действие се представя пред Комисията. След като вашият план бъде одобрен, организацията/предприятието ви ще бъде призната за партньор по програмата MCP (Предизвикателство за моторите).

\*\*\*Таблицата по-долу се попълва за всяка една хладилна система

Енергоефективни мерки, приложими в хладилни системи	Приложимост <sup>(1)</sup>	Специфични дейности <sup>(2)</sup>	% Обхват <sup>(3)</sup>	Времеви график <sup>(4)</sup>	Очаквани икономии <sup>(5)</sup> (MWh/година)
По-дебела изолация					
Регенериране на топлината					
Енергоефективно оборудване/осветление в хладилните складове					
Регулируеми по скорост задвижващи механизми за компресори, вентилатори, помпи					
Високо ефективни електродвигатели					
...					

Легенда:

(1) **Приложимост.** Посочване на причините за приложението на мярката по един или няколко от посочените по-долу кодове:

NA - Не приложимо поради технически причини

NP - Не е финансово изгодно

NC - Не е взето под внимание поради факта, че оценката е твърде скъпа

Ако това поле се остави непопълнено се приема, че предложената мярка е приложима и печеливша.

(2) **Характерни дейности.** Отделни характерни дейности могат да бъдат одобрени за приложение на една енергоспестяваща мярка. Например коректно оразмеряване, което може да бъде постигнато чрез монтирането на правилно оразмерен енергоефективен ел. двигател.

(3) **% Обхват.** Ако съответният партньор има няколко на брой задвижващи системи, в тази колона следва да се посочи какъв е процентният дял на инсталациите, в които ще бъдат реализирани специфични мерки. Това може да се оцени чрез най-удобния за случая показател: брой на инсталациите; мощност; енергопотребление. Отбележете използвания показател: %, % kW, %kWh.

(4) **Времеви график.** Това е времето, за което предложената мярка трябва да бъде приложена. Може да бъде определен период или дата, или да зависи от изпълнението на друга дейност, например: "Когато ел.двигателя е заменен".

(5) **Очаквани спестявания/икономии в MWh/год.** Често тази оценка се извършва на основата на приети практики.

## 5. Годишен доклад

Годишния доклад, който се представя пред Комисията трябва да включва описание на дейностите заложи в Плана за действие, и коментари относно нови или видоизменени/коригирани инициативи.

По-долу е изложен формата, в който трябва да бъде представен и обновяван доклада годишно. Двете крайни колони от ляво са копирани от Плана за действие на партньорите, одобрен от Комисията.

Енергоэффективни мерки, приложими в хладилни системи		
Одобрен план за действие		Годишен доклад за година 20xx
Дейности одобрени за приложение на енергоспестяващи мерки	Одобрен времеви график	Описание на дейностите (като процент извършено) и коментари, където е необходимо <sup>(1)</sup>
Дейност 1		
Дейност 2		

(1) Процентът извършени дейности може да бъде отнесен към индикатор, като дял на системите в обхвата на Плана за действие, за които са били извършени определените дейности.

По преценка на партньорите, те биха могли да представят и следните обобщени показатели за резултатите от поетите задължения във връзка с програмата "Motor Challenge". Те се поканват (без това да е задължително) да представят тези обобщени показатели пред Европейската Комисия.

Годишен доклад - резюме		
	По задължение	Тази година
Извършени дейности като процент от всички заложи в Плана за действие		
Оценка на стойността на крайната инвестиция (000 EUR) <sup>(1)</sup>		
Оценка на не енергийните разходи (разходи за ремонт и поддръжка) (000 EUR) <sup>(1)</sup>		
Оценка на енергоспестяването (MWh) <sup>(2)</sup>		

(1) Инвестицията и разходите за експлоатация и поддръжка са оценени като част от допълнителните разходи, които биха се направили ако партньорите не са ангажирани в програмата "Motor Challenge".

(2) Икономията на енергия е трудно да бъде оценена прецизно. Тя обикновено се определя на база на резултатите от направените оценки и основни приети в промишлеността технически параметри.