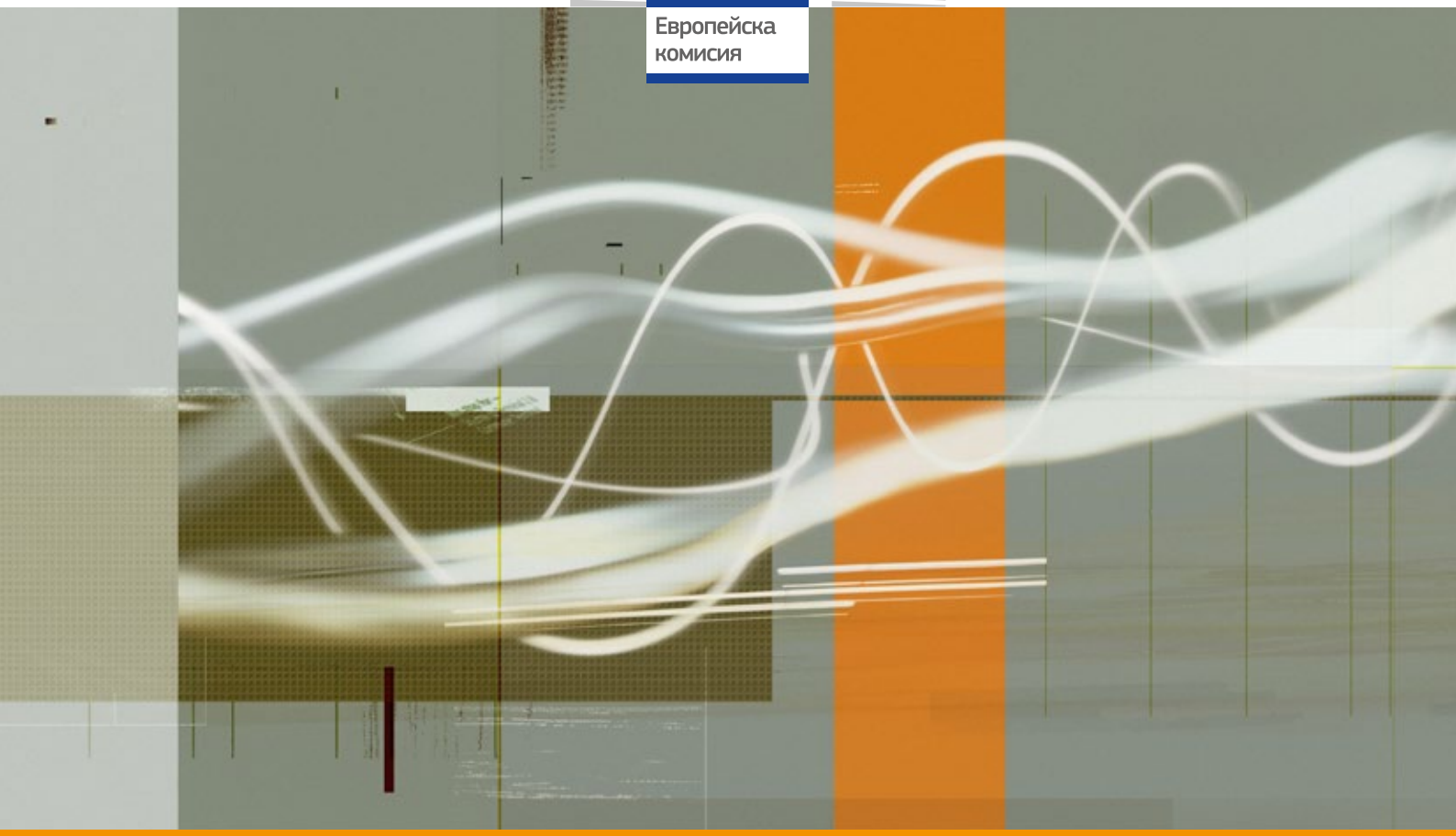
Европейска комисия



Практическо ръководство за добри практики при прилагане на Директива 2013/35/ЕС за електромагнитните полета

Том 2: Проучвания на конкретни случаи

Социална Европа

Настоящата публикация е получила финансиране от Програмата на ЕС за заетост и социални иновации (ЗиСИ) (2014—2020 г.)

За допълнителна информация вж. http://ec.europa.eu/social/easi

Практическо ръководство за добри практики при прилагане на Директива 2013/35/ЕС за

електромагнитните полета

Том 2
Проучвания на конкретни случаи

Европейска комисия
Генерална дирекция
„Трудова заетост, социални въпроси и приобщаване“
Отдел Б3

Текстът е завършен през ноември 2014 г.

Нито Европейската комисия, нито което и да е лице, действащо от нейно име, носят отговорност за начина, по който би могла да бъде използвана съдържащата се в настоящата публикация информация.

Препратките в настоящата публикация са били правилни към момента на завършване на текста.

Снимка на корицата: © corbis

За всяка употреба или възпроизвеждане на снимков материал извън авторското право на Европейския съюз трябва да бъде искано разрешение директно от притежателя(ите) на авторските права.

Europe Direct е услуга, предназначена да Ви помогне да намерите отговори на въпросите, които си задавате за Европейския съюз.

Единен безплатен номер (*):

00 800 6 7 8 9 10 11

(*) Информацията, както и повечето обаждания са безплатни (възможно е обажданията от мрежата на някои оператори, от обществени телефони или от хотели да бъдат таксувани).

Допълнителна информация за Европейския съюз можете да намерите в интернет (http://europa.eu).

Люксембург: Служба за публикации на Европейския съюз, 2015 г.

ISBN 978-92-79-45918-4
doi:10.2767/157601

© Европейски съюз, 2015 г.

Възпроизвеждането е разрешено при посочване на източника.

Директива 2013/35/ЕК е въведена в националното законодателство като Наредба № РД-07-5 от 15 ноември 2016 г. за минималните изисквания за осигуряване на здравето и безопасността на работещите при рискове, свързани с експозиция на електромагнитни полета, Държавен вестник, брой 95 от 29.XI.2016 г.
В настоящото Практическо ръководство са направени промени, свързани с терминологията в българския текст, както и са цитирани съответните членове от Наредбата, съответстващи на тези от Директивата на ЕК.

СЪДЪРЖАНИЕ

ПРОУЧВАНИЯ НА КОНКРЕТНИ СЛУЧАИ 7

1. ОФИС 9
   - 1.1 Работно място 9
   - 1.2 Естество на работата 9
   - 1.3 Подход относно оценката 10
   - 1.4 Резултати от оценката 10
   - 1.5 Оценка на риска 10
   - 1.6 Съществуващи предпазни мерки 11
   - 1.7 Допълнителни предпазни мерки в резултат на оценката 11

2. СПЕКТРОМЕТЪР ЗА ЯДРЕН МАГНИТЕН РЕЗОНАНС (ЯМР) 12
   - 2.1 Работно място 12
   - 2.2 Естество на работата 12
   - 2.3 Информация за оборудването, което поражда ЕМП 12
   - 2.4 Подход относно оценката на експозицията 13
   - 2.5 Резултати от оценката на експозицията 14
   - 2.6 Оценка на риска 14
   - 2.7 Съществуващи предпазни мерки 15
   - 2.8 Допълнителни предпазни мерки в резултат на оценката 16

3. ЕЛЕКТРОЛИЗА 17
   - 3.1 Работно място 17
   - 3.2 Естество на работата 17
   - 3.3 Информация за оборудването, което поражда ЕМП 17
     - 3.3.1 Помещение с клетките за електролиза 17
     - 3.3.2 Ниша за отделение на изправител 18
   - 3.4 Как се използва оборудването 20
   - 3.5 Подход относно оценката на експозицията 20
     - 3.5.1 Помещение с клетките за електролиза 21
     - 3.5.2 Ниша за отделение на изправител 21
   - 3.6 Резултати от оценката на експозицията 22
     - 3.6.1 Помещение с клетките за електролиза 23
     - 3.6.2 Ниша за изправител 27
   - 3.7 Оценка на риска 29
   - 3.8 Съществуващи предпазни мерки 31
   - 3.9 Допълнителни предпазни мерки в резултат на оценката 31
   - 3.10 Източници за допълнителна информация 31

4. МЕДИЦИНСКА ТЕХНИКА 32
   - 4.1 Работно място 32
   - 4.2 Естество на работата 32
   - 4.3 Информация за оборудването, което поражда ЕМП 32
     - 4.3.1 Апарати за електрохирургия 32
     - 4.3.2 Транскраниална магнитна стимулация 33
     - 4.3.3 Късовълнова диатермия 34
   - 4.4 Как се използва оборудването 34
     - 4.4.1 Апарати за електрохирургия 34

4.4.2 Транскраниална магнитна стимулация ... 34
4.4.3 Късовълнова диатермия ... 35
4.5 Подход относно оценката на експозицията ... 35
4.6 Резултати от оценката на експозицията ... 36
4.6.1 Апарат за електрохирургия ... 36
4.6.2 Устройство за ТМС ... 39
4.6.3 Късовълнова диатермия ... 43
4.7 Оценка на риска ... 43
4.7.1 Апарат за електрохирургия ... 43
4.7.2 Устройство за ТМС ... 43
4.8 Съществуващи предпазни мерки ... 46
4.9 Допълнителни предпазни мерки в резултат на оценката ... 46
4.9.1 Апарат за електрохирургия ... 46
4.9.2 Устройство за ТМС ... 46
4.9.3 Късовълнова диатермия ... 47

5. ТЕХНИЧЕСКА РАБОТИЛНИЦА ... 48
5.1 Работно място ... 48
5.2 Естество на работата ... 48
5.3 Как се използва оборудването ... 48
5.3.1 Магнитнопрахов контрол ... 48
5.3.2 Размагнитващ уред ... 49
5.3.3 Плоскошлифовъчна машина ... 50
5.3.4 Други инструменти, които се използват в работилницата ... 50
5.4 Информация за оборудването, което поражда ЕМП ... 51
5.5 Подход относно оценката на експозицията ... 51
5.6 Резултати от оценката на експозицията ... 51
5.6.1 Магнитнопрахов контрол ... 51
5.6.2 Размагнитващ уред ... 52
5.6.3 Плоскошлифовъчна машина ... 54
5.6.4 Други инструменти, които се използват в работилницата ... 54
5.7 Оценка на риска ... 55
5.8 Съществуващи предпазни мерки ... 59
5.9 Допълнителни предпазни мерки в резултат на оценката ... 59
5.10 Посочване на други източници на допълнителна информация ... 61

6. АВТОМОБИЛИ ... 63
6.1 Работно място ... 63
6.2 Естество на работата ... 63
6.3 Как се използва оборудването ... 63
6.4 Информация за оборудването, което поражда ЕМП ... 65
6.5 Подход относно оценката на експозицията ... 67
6.6 Резултати от оценката на експозицията ... 68
6.6.1 Резултати от оценката на експозицията при машини за точково заваряване в автомобилен сервиз ... 69
6.6.2 Резултати от оценката на експозицията за индукционни нагреватели, използвани в автомобилен сервиз ... 71
6.7 Заключения от оценките на експозицията ... 72
6.8 Оценка на риска ... 74
6.9 Съществуващи предпазни мерки ... 74
6.10 Допълнителни предпазни мерки в резултат на оценките ... 75
6.11 Машини за точково заваряване в производството на автомобили ... 76
6.11.1 Оценка на заводски машини за точково заваряване ... 76
6.11.2 Резултати от измерванията при заводска машина за точково заваряване ... 78
6.11.3 Резултати от измерванията на заводска машина за точково заваряване в контекста на СПД ... 80
6.11.4 Резултати от измерванията на заводска машина за точково заваряване в контекста на ГСЕ ... 80

7. ЗАВАРЯВАНЕ 83
7.1 Работно място 83
7.2 Естество на работата 83
7.3 Информация за оборудването, което поражда ЕМП 83
7.3.1 Машини за точково заваряване 83
7.3.2 Машина за ролково заваряване 84
7.4 Как се използва оборудването 85
7.5 Подход относно оценката на експозицията 85
7.6 Резултати от оценката на експозицията 86
7.6.1 Настолна машина за точково заваряване 86
7.6.2 Преносима окачена машина за точково заваряване 87
7.6.3 Машина за ролково заваряване 89
7.7 Оценка на риска 90
7.8 Съществуващи предпазни мерки 94
7.9 Допълнителни предпазни мерки в резултат на оценката 94
7.10 Посочване на други източници на допълнителна информация 95
7.10.1 Настолна машина за точково заваряване 95
7.10.2 Преносима окачена машина за точково заваряване 96
7.10.3 Машина за ролково заваряване 96

8. МЕТАЛУРГИЧНО ПРОИЗВОДСТВО 98
8.1 Работно място 98
8.2 Естество на работата 98
8.3 Информация за оборудването, което поражда ЕМП, и как се използва то 98
8.3.1 Малко съоръжение за производство на сплави 98
8.3.2 Съоръжение за производство на феротитан 99
8.3.3 Голямо съоръжение за електрическо топене 99
8.3.4 Съоръжение с дъгова пещ 100
8.3.5 Лаборатория за аналитични услуги 100
8.4 Резултати от оценката на експозицията 101
8.4.1 Малко съоръжение за производство на сплави 101
8.4.2 Съоръжение за производство на феротитан 101
8.4.3 Голямо съоръжение за електрическо топене 101
8.4.4 Съоръжение с дъгова пещ 102
8.4.5 Лаборатория за аналитични услуги 102
8.5 Резултати от оценката на експозицията 102
8.5.1 Първоначална оценка на експозицията 102
8.5.2 Подробна оценка на експозицията за индукционната пещ в малкото съоръжение за производство на сплави 104
8.6 Оценка на риска 106
8.7 Съществуващи предпазни мерки 108
8.8 Допълнителни предпазни мерки в резултат на оценката 108
8.9 Посочване на други източници на допълнителна информация 109

9. РАДИОЧЕСТОТНИ (РЧ) ПЛАЗМЕНИ УСТРОЙСТВА 112
9.1 Естество на работата 112
9.2 Информация за оборудването, което поражда ЕМП 112
9.3 Как се използва оборудването 113
9.4 Подход относно оценката на експозицията 113
9.5 Резултати от оценката на експозицията 115
9.6 Оценка на риска 116
9.7 Съществуващи предпазни мерки 117
9.8 Допълнителни предпазни мерки в резултат на оценката 118
9.9 Допълнителна информация 119

10. АНТЕНИ НА ПОКРИВА ... 120
10.1 Работно място ... 120
10.2 Естество на работата ... 120
10.3 Информация за оборудването, което поражда ЕМП ... 121
10.4 Как се използва оборудването ... 123
10.5 Подход относно оценката на експозицията ... 123
10.6 Резултати от оценката на експозицията ... 124
10.7 Оценка на риска ... 125
10.8 Съществуващи предпазни мерки ... 126
10.9 Допълнителни предпазни мерки в резултат на оценката ... 127

11. НОСИМИ РАДИОСТАНЦИИ ... 128
11.1 Работно място ... 128
11.2 Естество на работата ... 128
11.3 Как се използва оборудването ... 130
11.4 Подход относно оценката на експозицията ... 130
11.5 Резултати от оценката на експозицията ... 130
11.6 Оценка на риска ... 130
11.7 Съществуващи предпазни мерки ... 131
11.8 Допълнителни предпазни мерки в резултат на оценката ... 131

12. ЛЕТИЩА ... 132
12.1 Работно място ... 132
12.2 Естество на работата ... 132
12.2.1 Радар ... 132
12.2.2 Ненасочен радиофар ... 132
12.2.3 Далекомерно оборудване ... 133
12.3 Информация за оборудването, което поражда ЕМП ... 133
12.3.1 Радар ... 133
12.3.2 Ненасочен радиофар ... 134
12.3.3 Далекомерно оборудване ... 134
12.4 Как се използва оборудването ... 134
12.5 Подход относно оценката на експозицията ... 134
12.5.1 Радар ... 134
12.5.2 Ненасочен радиофар ... 136
12.5.3 Далекомерно оборудване ... 136
12.6 Резултати от оценката на експозицията ... 136
12.6.1 Радар ... 137
12.6.2 Ненасочен радиофар ... 137
12.6.3 Далекомерно оборудване ... 138
12.7 Оценка на риска ... 138
12.8 Съществуващи предпазни мерки ... 141
12.8.1 Радар ... 141
12.8.2 Ненасочен радиофар ... 142
12.8.3 Далекомерно оборудване ... 142
12.9 Допълнителни предпазни мерки в резултат на оценката ... 142
12.9.1 Радар ... 142
12.9.2 Ненасочен радиофар ... 143
12.9.3 Далекомерно оборудване ... 143

ПРОУЧВАНИЯ НА КОНКРЕТНИ СЛУЧАИ

Настоящият сборник с проучвания на конкретни случаи съставлява том 2 от незадължителното ръководство за добри практики при прилагане на Директивата за електромагнитните полета (ЕМП) (Директива 2013/35/ЕС). Той трябва да се чете заедно с основния текст на ръководството, който се съдържа в том 1.

Проучванията на конкретни случаи, които следват по-долу, са разработени за множество различни професионални области, които засягат основно работници от малки до средни предприятия. Проучванията се основават на действителни оценки в ситуации от реалния живот. Все пак, поради сложността на някои от тези оценки, те са опростени и обобщени, за да бъдат по-полезни за читателя и за да се ограничи общият обем на настоящия том. Целта на проучванията на конкретни случаи е да се илюстрират различни практически подходи, които работодателите могат да използват, за да управляват рисковете, свързани с експозиция на електромагнитни полета. В тях са включени примери на добри практики.

Някои от проучванията на конкретни случаи съдържат контурни изображения, които предоставят схематична илюстрация (в изглед отгоре) на измерените (или изчислените) нива на експозиция около определени елементи от оборудването.

В други проучвания на конкретни случаи са включени резултатите от компютърно моделиране, представени с цветни схеми на разпределението на максималното индуцирано електрическо поле или специфичната погълнатата мощност, осреднена в единични обеми от 2 mm^3 воксела, което представлява модел на човешкото тяло. Целта на графиките е да се предостави схематична илюстрация в кои точки в човешкото тяло се поглъща полето, а не да се даде точна информация за големината на тези полета. На схемите за нискочестотни полета са показани максималните индуцирани електрически полета, а не индуцираните електрически полета за 99-ия персентил (използвани за сравнение с граничните стойности на експозиция (ГСЕ).

Включените в настоящия том случаи са следните:

1 Офис

2 Спектрометър за ядрен магнитен резонанс (ЯМР)

3 Електролиза

4 Медицинска техника

5 Техническа работилница

6 Автомобили

7 Заваряване

8 Металургично производство

9 Радиочестотни (РЧ) плазмени устройства

10 Антени на покрива

11 Носими радиостанции

12 Летища

1. ОФИС

1.1 Работно място

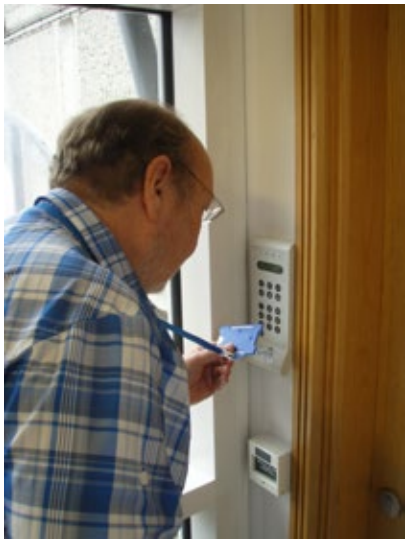
Това проучване на конкретен случай се отнася за група офиси в рамките на средно голямо инженерно предприятие. В помещенията е разположено обичайното електрическо офис оборудване, захранвано от електрическата мрежа. Компютрите са комбинация от: настолни устройства, свързани към локална мрежа (LAN); преносими компютри (лаптопи), използващи система Wi Fi и мрежов сървър. Има също така малък кухненски бокс, който се използва от работниците. Електрическото оборудване на кухненския бокс включва термокана, хладилник и микровълнова фурна. Има също така по-голям централен мрежов сървър, който се помещава в отделно помещение. Безопасността на офис зоната се осигурява посредством система за контрол на достъпа с радиочестотна идентификация (RFID), като всеки от работниците има карта за достъп. Ръководителят на офиса решава да преразгледа оценката на риска по отношение на офиса, след като е чул от колеги за ново законодателство, с което се прилага Директивата за ЕМП.

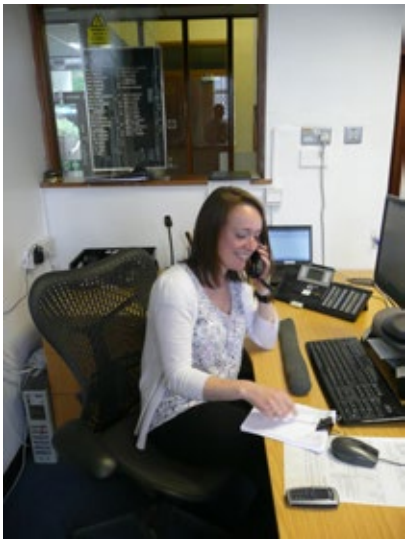
1.2 Естество на работата

Работещите в офиса прекарват по-голяма част от времето си в работа на компютър и в провеждане на разговори по безжични (DECT) и мобилни телефони. Закачените на връзка карти за достъп разрешават достъп до офиса при поставяне в близост до ключалките на вратите с RFID. Някои от тези източници на електромагнитни полета са показани на фигура 1.1. Всички работници могат да използват кухненския бокс, за да приготвят топли напитки и да затоплят храна в микровълновата фурна.

Фигура 1.1. — Източници на електромагнитни полета в офиса

Ключалки на врати с RFID	Компютри и телефони	Мрежов сървър







1.3 Подход относно оценката

Ръководителят на офиса е обходил работната зона, като е отбелязал оборудването, което използва електрически ток, включително това, което генерира електромагнитни полета, след което е разговарял с работниците, за да се убеди, че нищо не е пропуснато. След като е прочел първия раздел от незадължителното ръководство за добри практики при прилагане на Директива 2013/35/ЕС за електромагнитните полета, ръководителят на офиса е разбрал, че най-добрият подход относно оценката на риска е да се види дали установените елементи се съдържат в таблица 3.2. в глава 3 от том 1 от ръководството. Ако някои елементи не са посочени в тази таблица, може да е необходима допълнителна оценка.

1.4 Резултати от оценката

Ръководителят на офиса е описал цялото електрическо оборудване (таблица 1.1.) и е отбелязал дали то присъства в таблица 3.2 в глава 3 от том 1 от ръководството.

Таблица 1.1 — Списък на електрическото оборудване в офис зоната

Оборудване	Нисък риск за всеки работник (таблица 3.2, глава 3)	Оценка, необходима за работници, които носят активни имплантирани медицински изделия (АИМИ) или такива, които се поставят върху тялото (таблица 3.2, глава 3)	Бележки
Компютри	✓		
Мрежов сървър със съответните източници на непрекъсваемо електрозахранване (UPS) и мрежови кабели	✓		Изходната мощност на UPS ще бъде подобна на тази на обичайното електрическо захранване
Лаптопи (при активирана Wi-Fi)		✓	
Безжични (DECT) телефони		✓	
Електрическа инсталация на електрическата мрежа	✓		
Мобилни телефони		✓	
Фотокопирна машина	✓		
Рутери за достъп Wi-Fi		✓	
Електрическа кана	✓		
Хладилник	✓		
Микровълнова фурна	✓		Фурната трябва да е добре поддържана
Защитен достъп с RFID		✓	

1.5 Оценка на риска

Резултатите от оценката на риска показват, че използването на офис оборудването, посочено в таблица 3.2 в глава 3 от том 1 от ръководството, няма да надвиши съответните ГСЕ по отношение на последиците за здравето съгласно Директивата за ЕМП. Въпреки това съществува вероятност друго оборудване от таблица 3.2 да доведе до смущения на активни имплантирани медицински изделия (АИМИ), носени от работници или такива, които се поставят върху тялото. Специфичната за ЕМП оценка на риска, показана на таблица 1.2, е добавена към общата оценка на риска по отношение на офиса.

1.6 Съществуващи предпазни мерки

При редовните прегледи за безопасността на офиса се извършват периодични проверки на цялостното състояние на микровълновата фурна.

1.7 Допълнителни предпазни мерки в резултат на оценката

Ръководителят на офиса въвежда няколко прости мерки:

- всяко ново оборудване от различен тип трябва да бъде подложено на преглед въз основа на Директивата за ЕМП, за да се види дали ще промени заключението от оценката на риска;
- когато някой от работещите в офиса съобщи, че е изложен на специфичен риск вследствие на активно имплантирано медицинско изделие, ръководителят на офиса ще прегледа заедно с него информацията, предоставена от отговарящия за него медицински специалист.

Таблица 1.2 — Специфични за ЕМП допълнения към общата оценка на риска в офиса

Опасности	Съществуващи превантивни и предпазни мерки	Лица, изложени на риск	Сериозност			Вероятност					Оценка на риска	Нови превантивни и предпазни действия
			Незначителна	Сериозна	Фатална	Слабо вероятно	невъзможно	Възможно		Вероятно		
Излъчване на ЕМП от микровълнова фурна	Периодични проверки на цялостното състояние на фурната, включително за повреда на уплътнението на вратата, решетката на прозореца и работата на блокиращото устройство	Всички работници	✓			✓					Нисък	Не се изискват
Смущения на активни имплантирани медицински изделия (АИМИ) или такива, които се поставят върху тялото, поради излъчвани ЕМП	Няма	Работници, изложени на специфичен риск		✓		✓					Нисък	Да се гарантира, че при завръщане на работа работниците с електрически медицински устройства или изделия се подлагат на индивидуална оценка на риска, при която могат да бъдат установени и изпълнени всички предпазни мерки, препоръчани от техния медицински консултант. Всяко ново оборудване ще се нуждае от оценяване

2. СПЕКТРОМЕТЪР ЗА ЯДРЕН МАГНИТЕН РЕЗОНАНС (ЯМР)

2.1 Работно място

Спектрометрите за ядрен магнитен резонанс (ЯМР) могат да представляват опасност поради силните постоянни магнитни полета. Тези уреди се използват за изследване на свойствата на материалите, например в производствените сектори за анализ на химични съединения. Това проучване на конкретен случай е проведено във фармацевтично предприятие, в което уредите за ЯМР са разположени в специална лаборатория за спектроскопия. Имало е планове за закупуване на нов уред и отговорникът по безопасността е искал да прегледа оценката на риска преди да изготви план за действие.

2.2 Естество на работата

Малки проби от материала, който ще се анализира, се зареждат или единично на ръка, или автоматично на партиди с помощта на подаващ механизъм във вертикалния отвор на уреда за ЯМР (фигура 2.1).

Фигура 2.1 — Уред за ЯМР заедно с механизъм за подаване на проби и платформа за зареждане



2.3 Информация за оборудването, което поражда ЕМП

При подготовката за прегледа отговорникът по безопасността събрал обща информация за уредите за ЯМР и установил, че:

- електромагнитът генерира силно постоянно (0 Hz) магнитно поле; индукцията е от около 0,5 до 20 T в зависимост от уреда. Повечето малки настолни уреди използват редкоземни постоянни магнити, докато по-големите автономни уреди използват

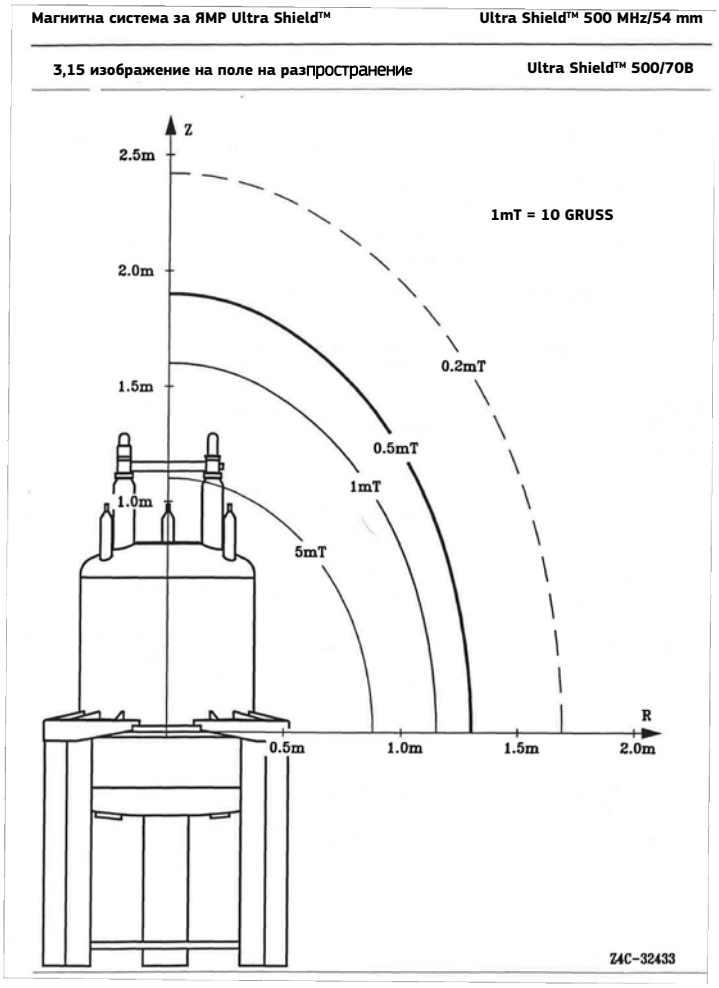
свръхпроводящи магнити; за да подобри стабилността на полето, магнитът се захранва в пълна степен за продължителни периоди от време и на практика не е възможно интензитетът на полето да бъде намаляван при приближаване на работниците към него;

- производителите постепенно са подобрявали конструкцията на уредите си, за да включат пасивно и активно екраниране за намаляване на магнитната индукция на постоянното магнитно поле, до което работникът има достъп; поради това може да се окаже възможно опасното магнитно поле да се задържи почти изцяло в границите на криостата; при по-старите или не толкова добре екранирани уреди опасното магнитно поле може да се разпространи на няколко метра в работната зона;
- тези външни магнитни полета често се изкривяват и променят от стоманени конструкции (напр. носещи греди) в сградата.

2.4 Подход при оценката на експозицията

Отговорникът по безопасността бил наясно, че производителят на новия уред може да предостави информация за стойностите на постоянното магнитно поле, до което имат достъп работниците. Още по-важно е, че производителят би могъл да опише степента на всяка опасност от непреки ефекти, като например риска от попадане на феромагнитни предмети в пространството или смущения на медицинско електронно оборудване и изделия. Придържайки се към добрите практики, производителят е бил в състояние да предостави схема на разпространяваното постоянно магнитно поле около уреда (фигура 2.2).

Фигура 2.2 — Схема на постоянно магнитно поле на разсейване около уред за ЯМР



Отговорникът по безопасността е бил наясно, че е възможно силата на постоянното магнитно поле около уреда да се оцени също и с подходящ магнитометър; както и че би било много по-лесно надежден резултат да се получи с помощта на изотропна (триосна) сонда, отколкото с едноосна. Такъв подход, обаче, би изисквал влагане на време и пари, както и преценка на опасностите, свързани с осъществяване на измерванията, особено ако измервателният уред е с метално покритие. При преценката, отговорникът по безопасността се е отказал да прави измервания, тъй като е разчитал, че производителят ще предостави добра информация.
Освен това отговорникът по безопасността е преценил кои групи работници ще имат достъп до лабораторията за ЯМР и какви са задачите, които е вероятно да изпълняват. Той е определил, че на техниците по поддръжка от предприятието производител на уреда за ЯМР понякога ще се предоставя достъп до него и че те ще попадат в зони с висок интензитет на полето, например в основата на криостата за осъществяване на действия по настройка на спектрометъра. Той все пак е отбелязал, че неговото предприятие ще изисква от тези техници да предоставят писмена оценка на риска и процедури за безопасност за работата си и че преди посещението им от тях ще се очаква да докажат своята компетентност
(напр. с документи за подходящо обучение и практически опит). Въз основа на това той е преценил свързаните с тяхната работа рискове като ниски. Отбелязал е също, че на наетите за почистване изпълнители няма да бъде разрешаван достъп до лабораторията.

2.5 Резултати от оценката на експозицията

От прегледа на съществуващите уреди в лабораторията за ЯМР на отговорника по безопасността е било известно, че може да има значителна разлика в опасното разстояние в зависимост от конструкцията, особено от екранирането: при по-старите неекранирани уреди с висок интензитет на полето това разстояние може да е няколко метра, докато при съвременните добре екранирани уреди, то може да бъде практически нула. Все пак не се е очаквало магнитната индукция да надвишава граничните стойности на експозиция (ГСЕ) за преки ефекти в места, които са достъпни за работници на предприятието. Макар че от радиочестотния усилвател е генерирана значителна изходна мощност, очакванията били, че радиочестотното поле ще се ограничава вътре в уреда и няма да бъде достъпно за работниците.
От предоставената от производителя информация (фигура 2.2) отговорникът по безопасността установил, че съществува вероятност стойностите за предприемане на действие (СПД) за непреки ефекти да бъдат надвишени на разстояние до 1,3 m от външната повърхност на криостата.

2.6 Оценка на риска

На отговорника по безопасност било известно, че вече има направена оценка на риска по отношение на лабораторията за ЯМР и той установил, че при нея е следвана методиката, препоръчана от OiRA (интерактивната платформа в интернет за оценка на риска на Европейската агенция за безопасност и здраве при работа (EU-OSHA). При нея се оценяват всички рискове за работниците в лабораторията, включително рискове вследствие на:

- работа на голяма височина при зареждане на пробите;
- криогенни течности и извеждане на свръхпроводящи магнити от състоянието на свръхпроводимост;
- задушлива азотна среда в затворените пространства под криостата, например ваните за смяна на пробите;
- движение на феромагнитни предмети в работната среда (напр. инструменти и уреди);
- смущения на медицинско електронно оборудване и изделия.

Следователно би било лесно да се отрази новият план за действие от настоящия преглед във вече съществуващата оценка на риска. Примерна специфична за ЕМП оценка на риска в лаборатория за ЯМР е показана в таблица 2.1.

2.7 Съществуващи предпазни мерки

Отговорникът по безопасността установил, че в лабораторията за ЯМР са приети някои организационни мерки за предотвратяване или ограничаване на експозицията. Първата от тях е била да се избират уреди за ЯМР с най-съвременно пасивно или активно екраниране. Други мерки за добри практики включват:

- разполагане на уредите за ЯМР в специално предназначена за целта лаборатория с контрол на физическия достъп чрез клавиатура;
- поставяне върху входната врата на лабораторията на предупредителни и забранителни надписи в съответствие с Директива 92/58/ЕИО (фигура 2.3); това включва предупреждение за хората, които носят медицинско електронно оборудване;
- недопускане на внасянето на феромагнитни инструменти и други предмети в лабораторията;
- отделяне на уредите за ЯМР от останалото лабораторно оборудване и работни станции;
- поставяне на верижна бариера и маркировка на пода по контура 0,5 mT с цел контролиране на достъпа (фигура 2.4);
- предоставяне на информация, инструкции и обучение на работещите в лабораторията и осигуряване на подходящ надзор;
- изискване от техниците по поддръжката да представят писмена документация за безопасност и да докажат своята компетентност преди своето посещение.

Фигура 2.3 — Предупредителни и забранителни надписи върху входната врата на лабораторията за ЯМР



Фигура 2.4 — Отделяне на зоната за ограничен достъп с помощта на верижна бариера и маркировка на пода



Таблица 2.1 — Специфична за ЕМП оценка на риска по отношение на лаборатория за ЯМР

Опасности	Съществуващи превантивни и предпазни мерки	Лица, изложени на риск	Сериозност			Вероятност			Оценка на риска	Нови превантивни и предпазни действия
			Незначителна	Сериозна	Фатална	Слабо вероятно	Възможно	Вероятно		
Преки ефекти от постоянно магнитно поле	Специално предназначена за целта лаборатория с контрол на физическия достъп	Работници в лабораторията	✓			✓			Нисък	
	Предупредителни и забранителни надписи									
	Информация, инструкции и обучение									Опреснително обучение Включване на статия в бюлетина за безопасност
	Изискване на писмена документация за безопасност и доказване на компетентността	Техници по поддръжката	✓			✓			Нисък	
	На чистачите не се разрешава достъп	Чистачи	✓			✓			Нисък	Гарантиране, че чистачите са информирани
Непреки ефекти от постоянно магнитно поле (смущения на медицински импланти, риск от движение на предмети)	Недопускане на внасянето на феромагнитни предмети	Всички посочени по-горе		✓		✓			Нисък	Гарантиране,че работниците по поддръжката са информирани
	Вж. по-горе	Работници, изложени на специфичен риск		✓		✓			Нисък	Вж. по-горе
Радиочестотно поле	Изцяло съдържащо се в устройството и недостъпно	Всички посочени по-горе	✓			✓			Нисък	Няма

2.8 Допълнителни предпазни мерки в резултат на оценката

Отговорникът по безопасността като цяло е останал доволен от прегледа на оценката на риска и от оценката на свързаните с новия уред опасности. Организационните мерки са били преценени като достатъчни, макар че са изминали пет години от последното обучение на работниците относно опасностите и предпазните мерки, свързани с лабораторията за ЯМР. Отговорникът по безопасността съответно разработил план за действие, включващ следните елементи:

- да се организира опреснително обучение на работещите в лабораторията с поредица от кратки информационни занимания, като се даде приоритет на новопостъпилите работници;
- да се гарантира, че работниците по поддръжката са запознати с опасностите, особено от „летящи феромагнитни инструменти“;
- да се потвърди, че наетите за почистване изпълнители са наясно, че им е забранено да влизат в лабораторията;
- да се включи статия относно свързаните с лабораторията опасности в следващия бюлетин на предприятието по въпросите на безопасността.

3. ЕЛЕКТРОЛИЗА

В настоящото проучване на конкретен случай източниците на ЕМП включват следното:

- електролизьори
- тиристорни изправители
- шини
- трансформатори.

3.1 Работно място

Оборудването е монтирано в голямо съоръжение за производство на хлор. Работните места, които представляват интерес, са:

- помещението с клетките за електролиза
- площадките за отделенията на изправителите.

3.2 Естество на работата

По-голямата част от работата се извършва от квалифицирани и опитни в техническо отношение работници, от които може да бъде поискано да работят на всяко оборудване, свързано със съоръжението за производство на хлор. Това може да включва периодично демонтиране и обслужване на даден електролизьор, докато съседните на него са под напрежение.

Съоръжението е относително ново и безопасността на ЕМП е взета предвид при проектирането му. Ето защо настоящото проучване на конкретен случай е пример за добра практика и то подчертава колко е важно експозицията на ЕМП да се вземе под внимание на етапите на планиране на големи проекти.

3.3 Информация за оборудването, което поражда ЕМП

3.3.1 Помещение с клетките за електролиза

В помещението с клетките за електролиза има 20 електролизьора, които произвеждат хлор чрез подаване на електрически ток към наситен солен разтвор по метода на мембранната електролиза. Към всеки електролизьор се подава постоянен ток 16,5 kA при 450 V. Около електролизьорите е монтирана плексигласова преграда за предотвратяване на достъпа до електрически проводници под напрежение.

Всеки електролизьор заедно с плексигласовата преграда е с дължина 17,2 m и широчина 4,4 m и се състои от 138 клетки, разделени в два комплекта по 69, които са свързани последователно. Електролизьорите са разделени от разстояние около 1,1 m. Разположението на електролизьорите е показано на фигура 3.1.

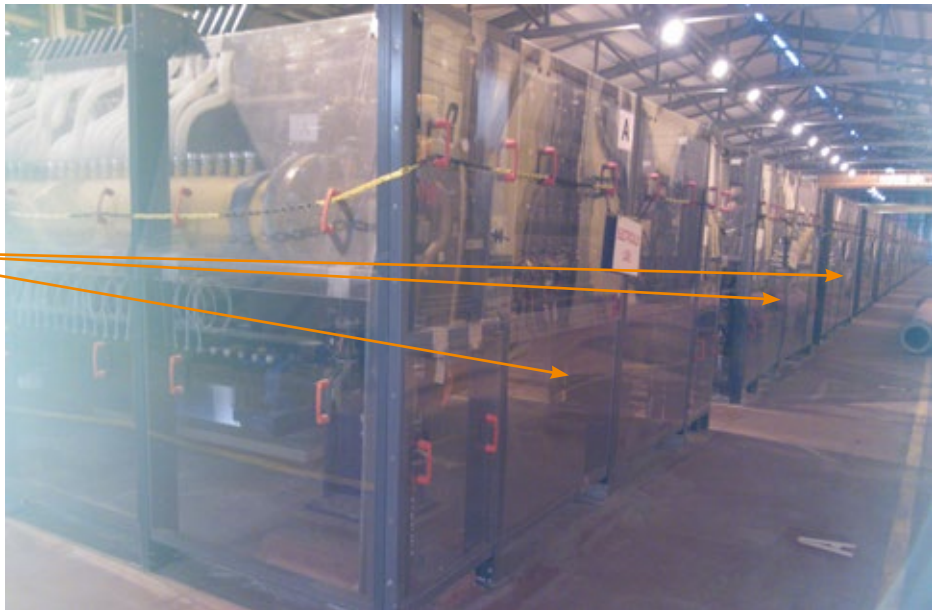
На етапа на проектиране е осъществена теоретична моделирана оценка въз основа на изчисления за магнитните полета около провеждащите ток части на съоръжението, за да се постигне уверение, че експозицията на ЕМП ще бъде сведена до минимум.

Фигура 3.1 — Електролизьори в помещението с клетките за електролиза

Самостоятелен електролизьор с изглед по дължината му



Няколко електролизьора



3.3.2 Ниша за отделение на изправител

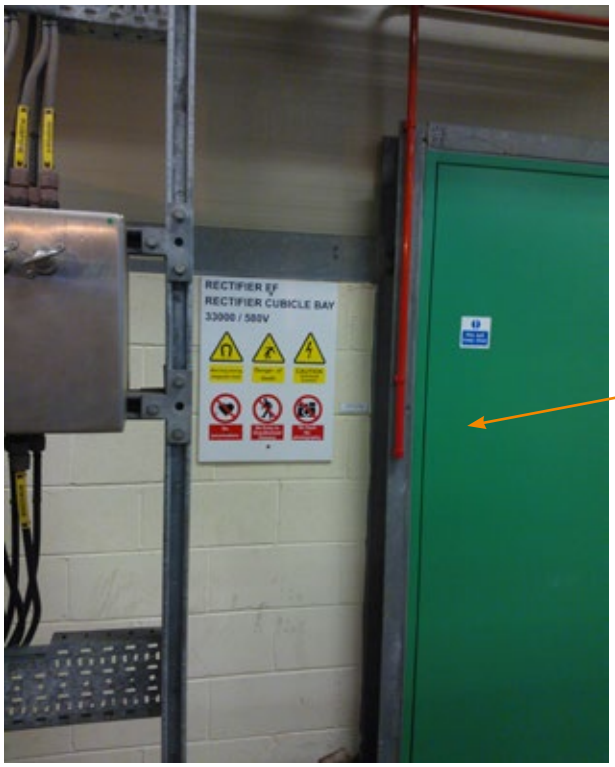
Във всяка ниша за отделение на изправител (фигура 3.2) има тиристорен изправител, който захранва с постоянен ток два електролизьора. Захранващите електролизьорите шини минават отгоре на височина около 4,2 m над нивото на пода. Площадките са преградени, за да се предотврати достъп откъм външната страна на сградата, а вратата към всяка ниша се заключва с поставен върху нея предупредителен надпис (фигура 3.3). Обикновено не се разрешава достъп до площадките, когато електролизьорите работят.

Трансформаторите, които захранват помещението с клетките за електролиза, са разположени извън площадките за отделенията на изправителите, от другата страна на стената. Площадките за трансформаторите също са преградени, за да се предотврати достъпът (фигура 3.4).

Фигура 3.2 — Ниша за отделение на изправител



Фигура 3.3 — Ограничение за достъпа до ниша за отделение на изправител



Фигура 3.4 — Площадки за трансформаторите



3.4 Как се използва оборудването

Процесът на производство на хлор е автоматизиран и се управлява дистанционно от контролна зала в съседна сграда.

3.5 Подход относно оценката на експозицията

Измерванията за експозиция са осъществени от експерт консултант с помощта на специализирана апаратура. Тъй като съоръжението е проектирано, като е взета предвид безопасността на ЕМП и проектът е включвал теоретична моделирана оценка въз основа на изчисления за магнитните полета около тоководещите части на съоръжението, целта на измерванията била да се потвърди, че съществуващите мерки за защита и превенция действат ефективно за ограничаване на експозицията на ЕМП. Направени са били измервания както за магнитна индукция на постоянното магнитно поле, създавана от подавания към електролизьорите постоянен ток, така и за променливата във времето магнитна индукция, дължаща се на факта, че постоянният ток се генерира от изправяне на променлив ток, така че се е очаквало наличие на известни пулсации на постоянния ток, подаван към електролизьорите. По време на оценката на експозицията е била установена и честотата на пулсациите.
Преди да направи измерванията консултантът провел проучване за „време и движение“ (сценарий), за да се увери, че измерванията ще бъдат направени на места, които са представителни за нормални работни позиции. Измерванията били направени, докато електролизьорите работят при постоянно натоварване.

Резултатите от измерването били сравнени със съответните гранични стойности на експозиция (ГСЕ) и стойностите за предприемане на действие (СПД) за преки ефекти, както и със СПД за непреки ефекти — за постоянните магнитни полета (смущения на активни имплантирани медицински изделия, както и риск от привличане и ускоряване в близката зона на полето на източници на силно магнитно поле).

При оценката на експозицията на работници, изложени на специфичен риск, било направено сравнение с референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета (вж. допълнение Д към том 1 от ръководството).

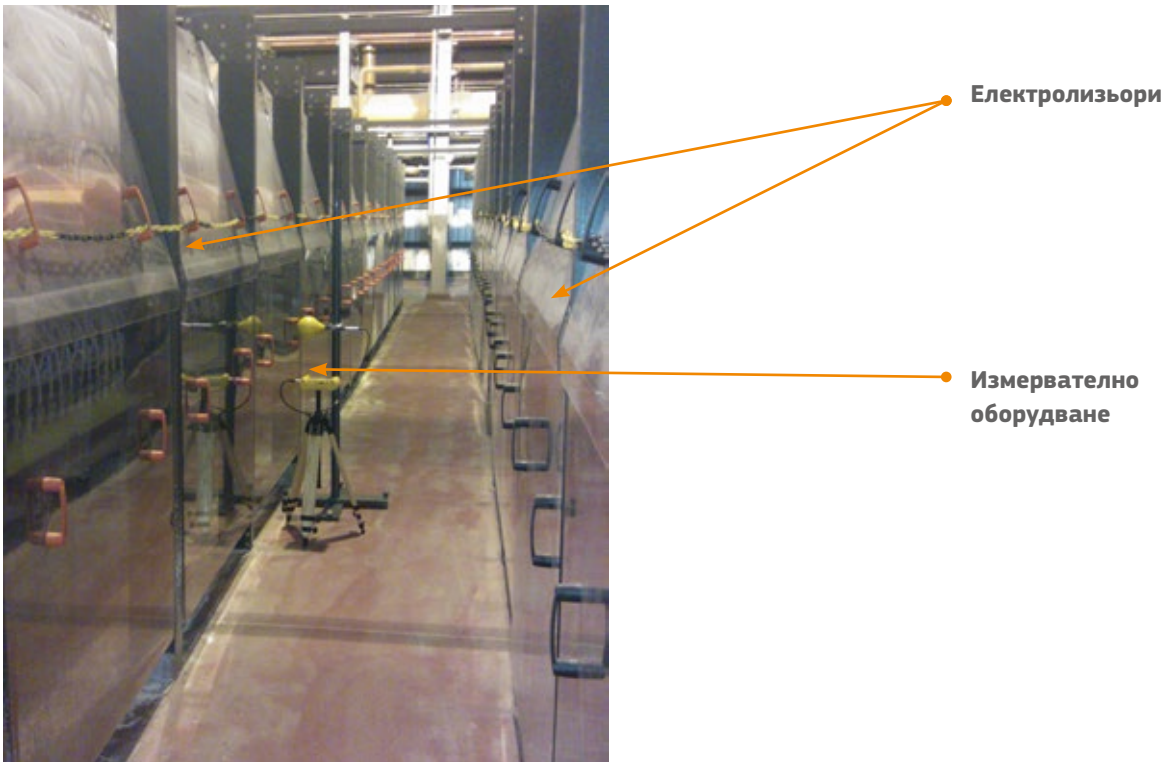
3.5.1 Помещение с клетките за електролиза

Измерванията на променливата във времето магнитна индукция и на постоянната магнитна индукция били направени между два електролизьора (фигура 3.5). Осъществени били три набора от измервания:

- на определени интервали в пространството между двата електролизьора;
- на определени интервали по цялата дължина на средната линия на пространството от единия край на електролизьорите до другия;
- във вертикалната равнина по дължината на единия електролизьор.

Тези измервания дали представа за експозицията на работник, който се движи между електролизьорите в помещението с клетките, което е счетено за сценарий на най-тежък случай на експозиция.

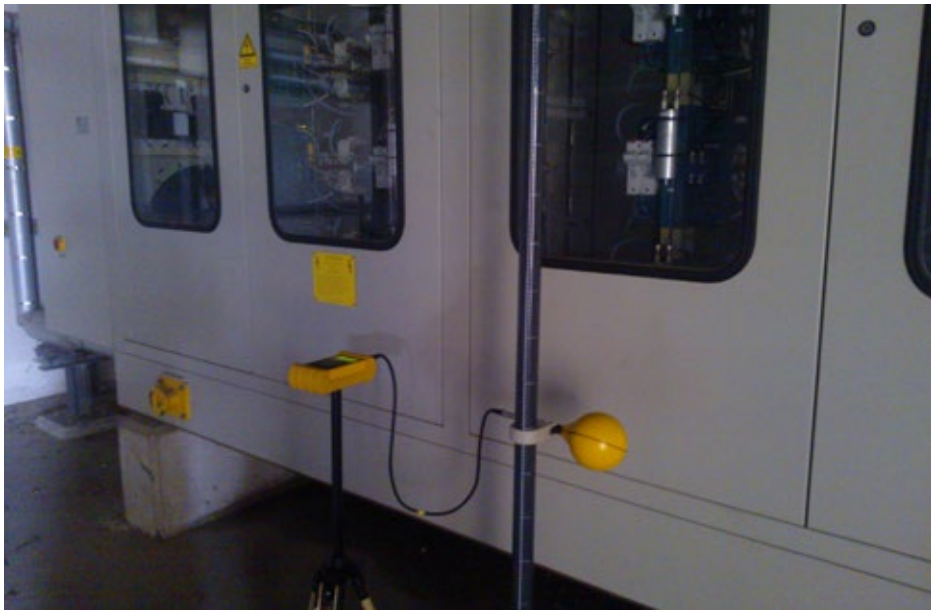
Фигура 3.5 — Осъществяване на измервания между два електролизьора



3.5.2 Ниша за отделение на изправител

Направени били измервания на променливата във времето магнитна индукция и на постоянната магнитна индукция около тиристорен изправител (фигура 3.6), под шините и в близост до стената между изправителя и трансформатора.

Фигура 3.6 — Осъществяване на измервания в близост до тиристорен изправител



3.6 Резултати от оценката на експозицията

Резултатите от измерванията на експозицията били сравнени със съответните ГСЕ и СПД. В случая на електролизата съществените стойности, с които трябва да се сравнят резултатите от измерването, са:

- за постоянни магнитни полета:
  - ГСЕ за магнитната индукция на постоянните магнитни полета (при нормални работни условия);
  - стойностите за предприемане на действие за магнитната индукция на постоянните магнитни полета (смущения на активни имплантирани медицински изделия като сърдечни стимулатори);
  - стойностите за предприемане на действие за магнитната индукция на постоянните магнитни полета (риск от привличане и ускоряване в близката зона на полето на източници на силно магнитно поле);
- за променливи във времето магнитни полета:
  - стойностите за предприемане на действие за магнитната индукция на променливите във времето магнитни полета;
  - референтните стойности, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета, за променливите във времето магнитни полета (за работници, изложени на специфичен риск).

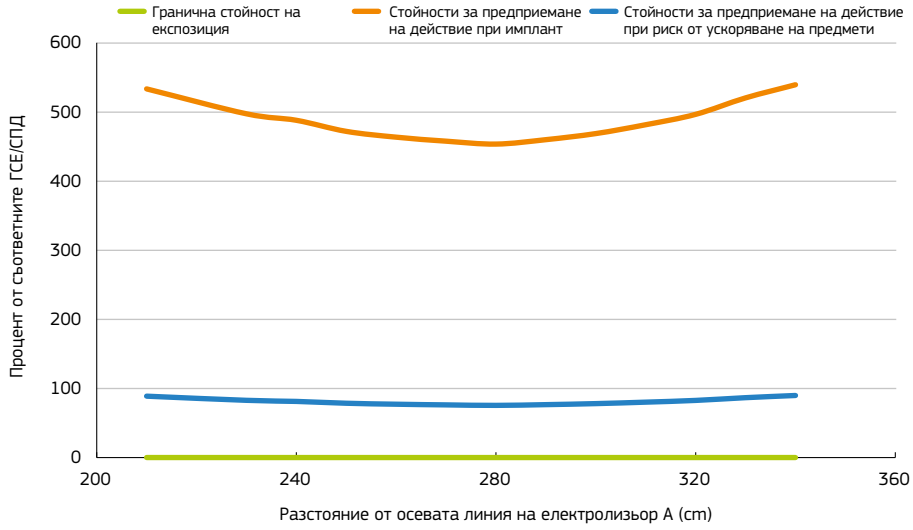
Съществените констатации от оценката на експозицията, заедно с някои примери на получените при теоретичната моделирана оценка, са представени на фигури от 3.7 до 3.17.

Следва да се отбележи, че резултатите от оценката на експозицията не могат да се сравнят пряко с моделираната оценка, тъй като моделираната оценка е осъществена преди публикуването на Директивата за ЕМП и е била основана на професионалните референтни стойности от Насоките на Международната комисия за защита от нейонизиращи лъчения (ICNIRP), които са по-ограничителни от стойностите за предприемане на действие, посочени в Директивата за ЕМП.

3.6.1 Помещение с клетките за електролиза

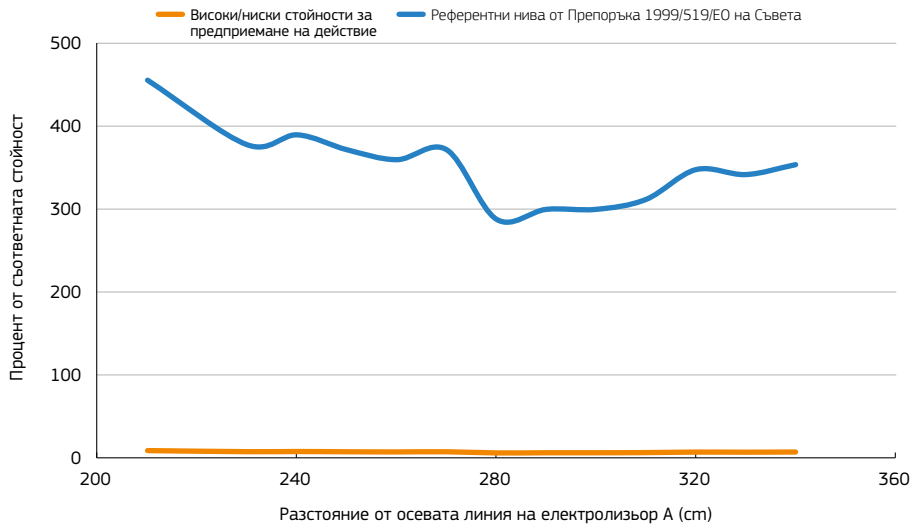
На следващите графики е показана промяната в магнитната индукция в зависимост от приложимите ГСЕ и СПД, описани по-горе. Установено е било, че честотата на пулсациите при захранването с постоянен ток е 300 Hz. Измервателното оборудване е отчело също така хармоници с честота 600 Hz и 900 Hz, макар че в този случай делът на хармониците в общата експозиция не е от значение.

Фигура 3.7 — Вариация на постоянната магнитна индукция в пространството между двата електролизьора



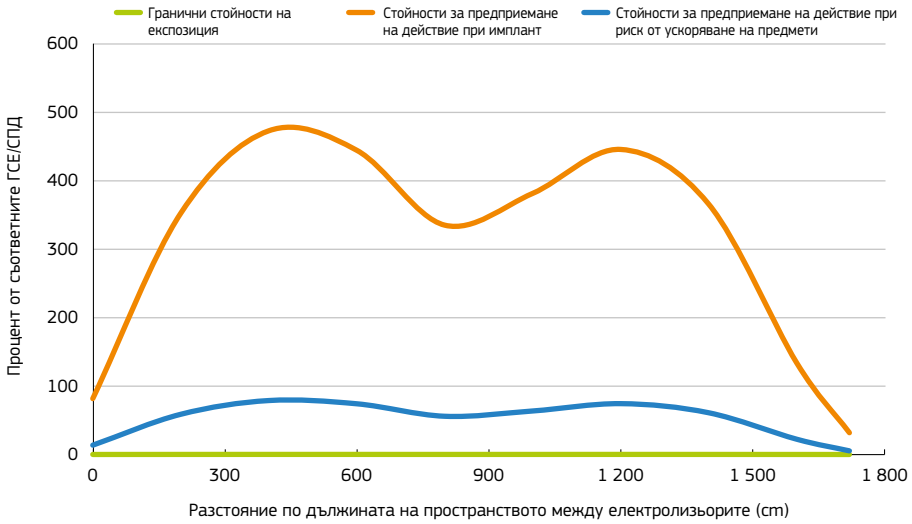
ЗАБЕЛЕЖКА: Измерванията са направени на височина 120 cm над нивото на пода.
Гранична стойност на експозиция (при нормални работни условия): 2 T
Стойност за предприемане на действие при имплант: 0,5 mT
Стойност за предприемане на действие при риск от ускоряване на предмети: 3 mT
Преценено е, че неопределеността при измерванията е ±5 % и в съответствие с подхода на „споделен риск“ (вж. Допълнение Г5 към том 1 от ръководството) резултатите са приети като пряк процент от ГСЕ/СПД.

Фигура 3.8 — Изменение на променливата във времето магнитна индукция 300 Hz в пространството между двата електролизьора



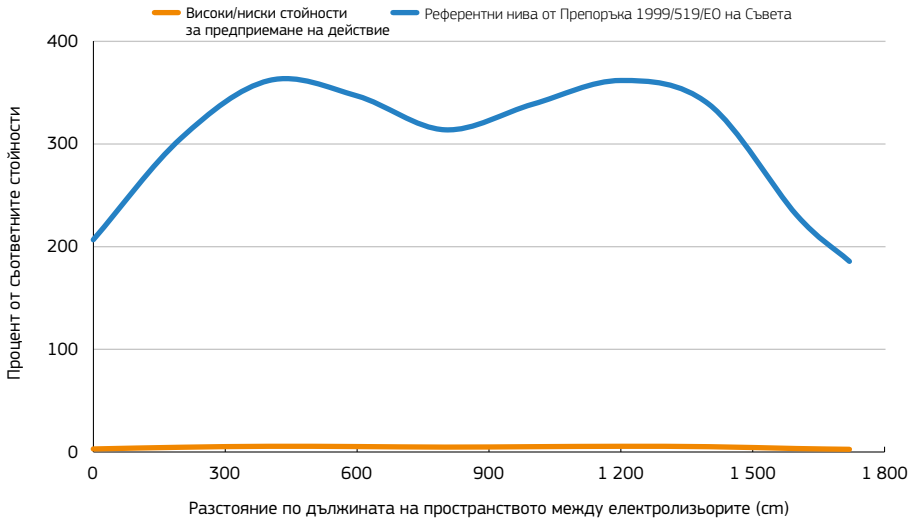
ЗАБЕЛЕЖКА: Измерванията са направени на височина 120 cm над нивото на пода.
и ниски стойности за предприемане на действие при магнитно поле 300 Hz: 1000 μT
Референтни нива от Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета за магнитно поле 300 Hz. 16,7 μT
Преценено е, че неопределеността при измерванията е ±10 % и в съответствие с подхода на „споделен риск“ (вж. Допълнение Г5 към том 1 от ръководството) резултатите са приети като пряк процент от СПД/РН.

Фигура 3.9 — Вариация на постоянната магнитна индукция по дължината на пространството между двата електролизьора



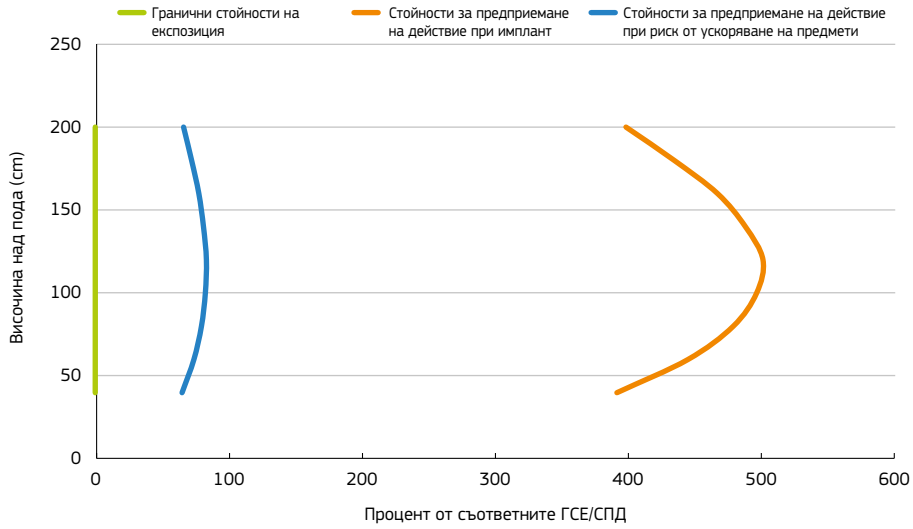
ЗАБЕЛЕЖКА: Измерванията са направени на височина 120 cm над нивото на пода.
Гранична стойност на експозиция (при нормални работни условия): 2 T
Стойност за предприемане на действие при имплант: 0,5 mT
Стойност за предприемане на действие при риск от ускоряване на предмети: 3 mT
Преценено е, че неопределеността при измерванията е ±5 % и в съответствие с подхода на „споделен риск“ (вж. Допълнение Г5 към том 1 от ръководството) резултатите са приети като пряк процент от ГСЕ/СПД.

Фигура 3.10 — Вариация на променливата във времето магнитна индукция 300 Hz по дължината на пространството между двата електролизьора



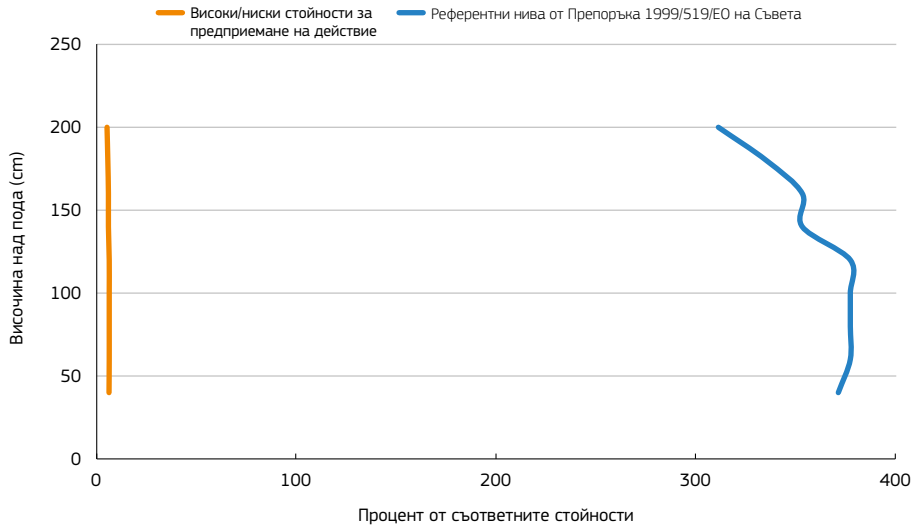
ЗАБЕЛЕЖКА: Измерванията са направени на височина 120 cm над нивото на пода.
Високи и ниски стойности за предприемане на действие при магнитно поле 300 Hz: 1000 μ μT
Референтни нива от Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета за магнитно поле 300 Hz. 16,7 μT
Преценено е, че неопределеността при измерванията е ±10 % и в съответствие с подхода на „споделен риск“ (вж. Допълнение Г5 към том 1 от ръководството) резултатите са приети като пряк процент от СПД/РН.

Фигура 3.11 — Изменение на постоянната магнитна индукция според височината, по дължината на единия електролизьор.



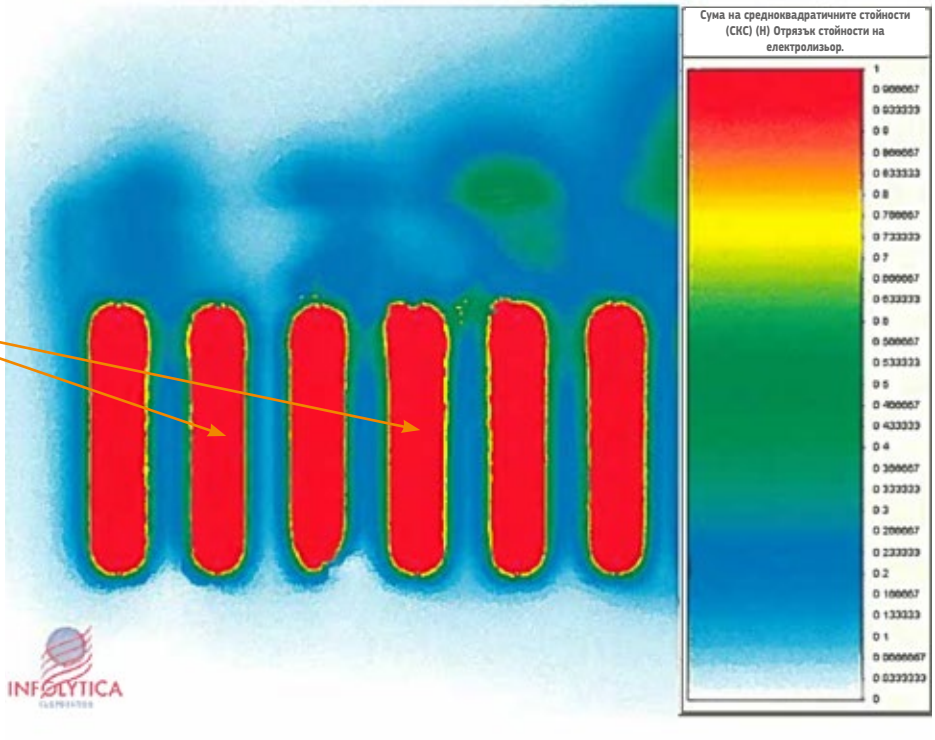
ЗАБЕЛЕЖКА: Измерванията са направени на разстояние 230 cm от осевата линия на единия електролизьор.
Гранична стойност на експозиция (при нормални работни условия): 2 T
Стойност за предприемане на действие при имплант: 0,5 mT
Стойност за предприемане на действие при риск от привличане на предмети: 3 mT
Преценено е, че неопределеността при измерванията е ±5 % и в съответствие с подхода на „споделен риск“ (вж. Допълнение Г5 към том 1 от ръководството) резултатите са приети като пряк процент от ГСЕ/СПД.

Фигура 3.12 — Изменение на променливата във времето магнитна индукция 300 Hz според височината, по дължината на единия електролизьор.



ЗАБЕЛЕЖКА: Измерванията са направени на разстояние 230 cm от осевата линия на единия електролизьор.
Високи и ниски стойности за предприемане на действие при магнитно поле 300 Hz: 1000 μT
Референтни нива от Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета за магнитно поле 300 Hz. 16.7 μT
Преценено е, че неопределеността при измерванията е ±10 % и в съответствие с подхода на „споделен риск“ (вж. Допълнение Г5 към том 1 от ръководството) резултатите са приети като пряк процент от СПД/РН.

Фигура 3.13 — Пример за диаграма на теоретична моделирана оценка за помещението с клетките за електролиза (изглед отгоре)



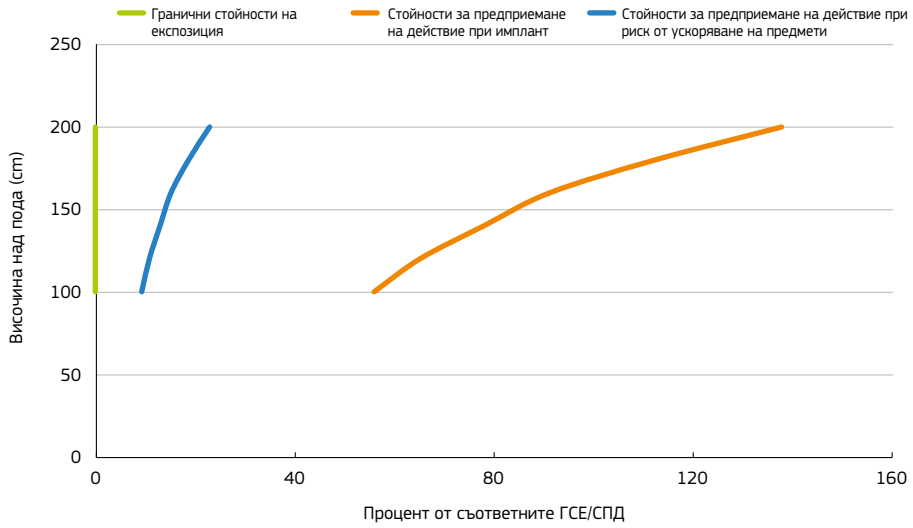
От резултатите от оценката на експозицията в помещението с клетките за електролиза предприятието е получило следната информация:

- експозицията на магнитни полета от електролизьорите е под съответните ГСЕ и СПД за преки ефекти;
- възможно е лицата с поставени активни имплантирани медицински изделия да бъдат изложени на риск от постоянни магнитни полета в помещението с клетките;
- референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета, са надвишени по дължината на електролизьорите по отношение на променливите във времето магнитни полета. Въпреки това няма вероятност в помещението с клетките да се намират работници, изложени на специфичен риск.

3.6.2 Ниша за изправител

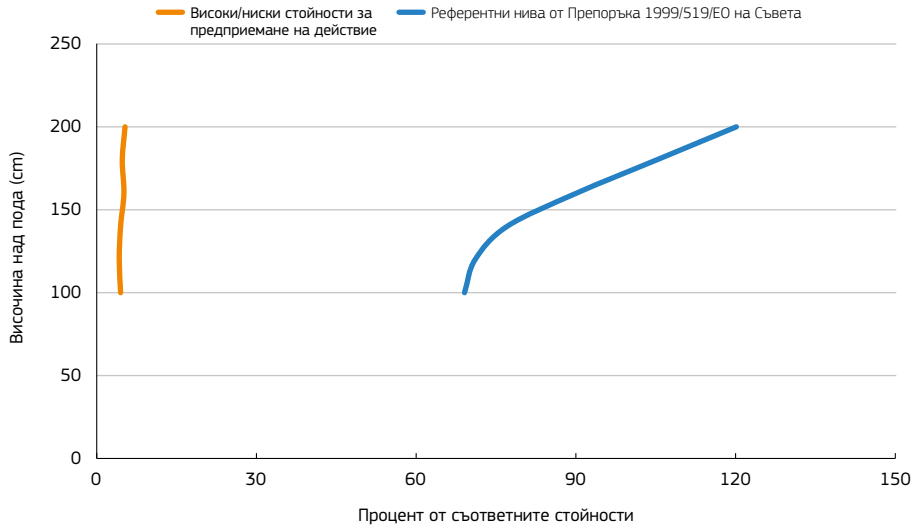
На следващите графики е показано изменението на магнитната индукция в зависимост от приложимите ГСЕ и СПД, описани по-горе. Установено е, че честотата на пулсациите на захранващия постоянен ток е 300 Hz и са отчетени също така полета 50 Hz от трансформатора отвън.

Фигура 3.14 — Изменение на постоянната магнитна индукция на височина под изолатора на шината за постоянен ток



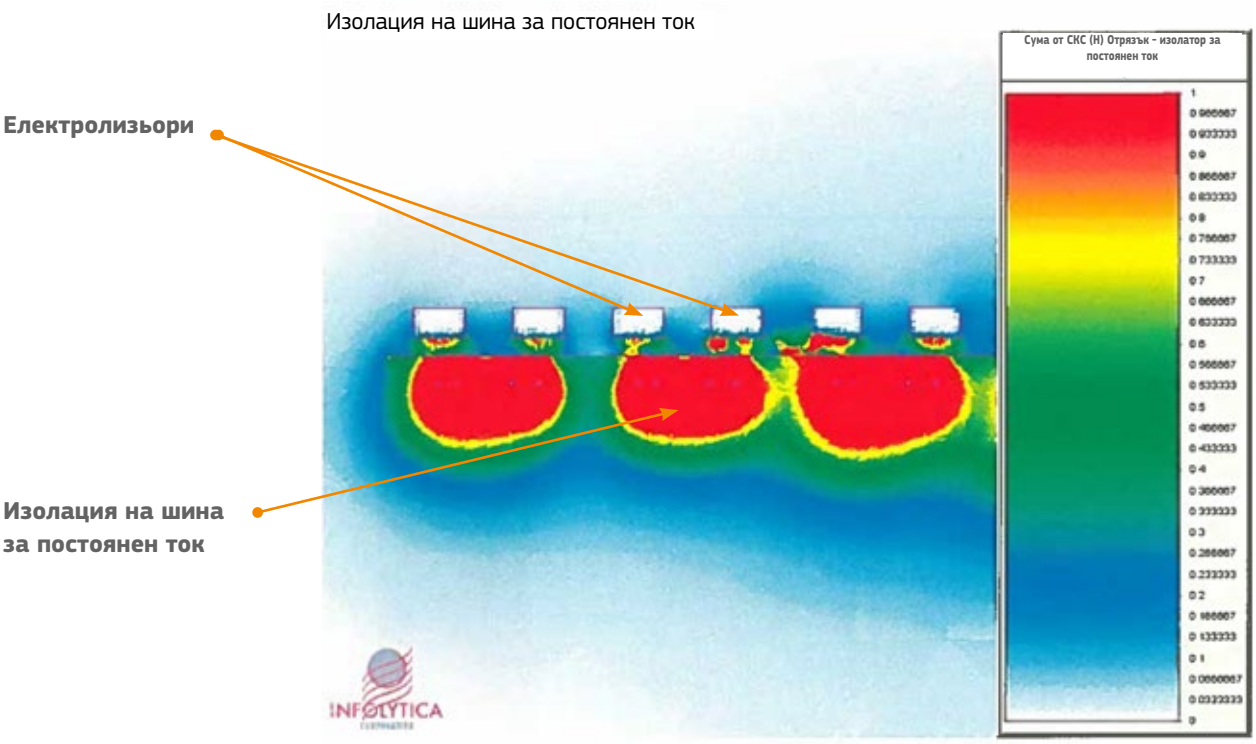
ЗАБЕЛЕЖКА: Изолаторът на шината за постоянен ток е на около 420 cm над нивото на пода.
Гранична стойност на експозиция (при нормални работни условия): 2 T
Стойност за предприемане на действие при имплант: 0,5 mT
Стойност за предприемане на действие при риск от ускоряване на предмети: 3 mT
Преценено е, че неопределеността при измерванията е ±5 % и в съответствие с подхода на „споделен риск“ (вж. Допълнение Г5 към том 1 от ръководството) резултатите са приети като пряк процент от ГСЕ/СПД.

Фигура 3.15 — Изменение на променливата във времето магнитна индукция 300 Hz на височина под изолатора на шината за постоянен ток

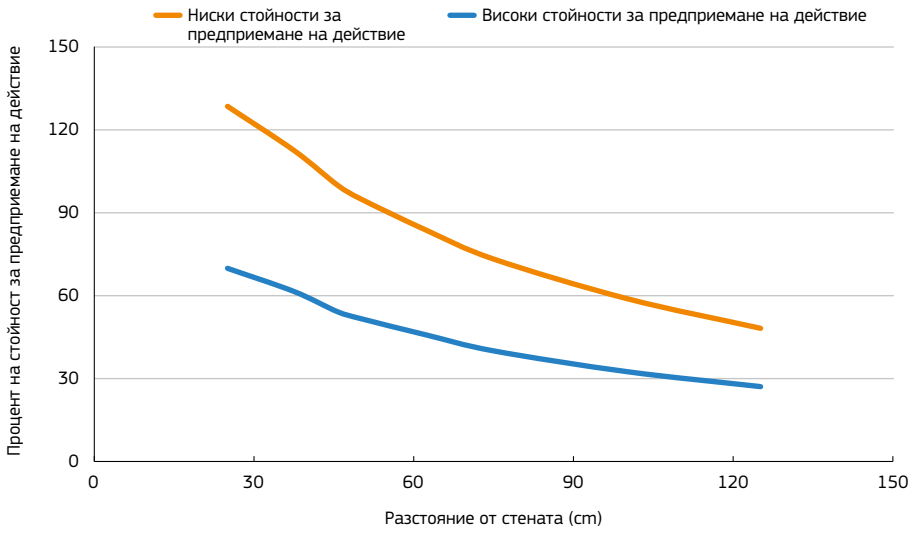


ЗАБЕЛЕЖКА: Изолаторът на шината за постоянен ток е на около 420 cm над нивото на пода.
и ниски стойности за предприемане на действие при магнитно поле 300 Hz: 1000 μT
Референтни нива от Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета за магнитно поле 300 Hz. 16,7 μT
Преценено е, че неопределеността при измерванията е ±10 % и в съответствие с подхода на „споделен риск“ (вж. Допълнение Г5 към том 1 от ръководството) резултатите са приети като пряк процент от СПД/РН.

Фигура 3.16 — Пример за диаграма на теоретична моделирана оценка за зоните около изолатора на шината за постоянен ток (напречно сечение)



Фигура 3.17 — Изменение на променливата във времето магнитна индукция 50 Hz в зависимост от разстоянието от стената между тиристорния изправител и трансформатора



ЗАБЕЛЕЖКА: Измерванията са направени на височина 120 cm над нивото на пода.
Ниски стойности за предприемане на действие при магнитно поле 50 Hz: 1000 μT
Високи стойности за предприемане на действие при магнитно поле 50 Hz: 6000 μT
Преценено е, че неопределеността при измерванията е ±10 % и в съответствие с подхода на „споделен риск“ (вж. Допълнение Г5 към том 1 от ръководството) резултатите са приети като пряк процент от СПД/РН.

От резултатите от оценката на експозицията в нишата за изправителя предприятието е получило следната информация:

- експозицията на магнитни полета от шината и тиристорните изправители на нивото на пода е под стойностите за предприемане на действие за преки ефекти;
- на разстояние до 37 cm от повърхността на стената в нишата за изправителя експозицията на променливи във времето магнитни полета от трансформатора от другата страна на стената зад изправителя е по-висока от ниските стойности за предприемане на действие за променлива във времето магнитна индукция;
- в нишата за изправителя експозицията на променливи във времето магнитни полета от трансформатора е под високите стойности за предприемане на действие за променлива във времето магнитна индукция;
- лицата с поставени активни имплантирани медицински изделия може да са изложени на риск от постоянни магнитни полета навсякъде в нишите за изправители; въпреки това е преценено, че предупредителните надписи и информацията за безопасност на обекта са подходящи;
- референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета, са надвишени по отношение на променливите във времето магнитни полета; въпреки това няма вероятност в нишите за изправители да се намират работници, изложени на специфичен риск.

3.7 Оценка на риска

Въз основа на осъществената от консултанта оценка на експозицията предприятието е направило оценка на риска на съоръжението за производство на хлор по отношение на ЕМП. Тази оценка е в съответствие с методиката, препоръчана от OiRA (интерактивната платформа в интернет за оценка на риска на Европейската агенция за безопасност и здраве при работа (EU-OSHA). В оценката на риска се стига до заключение, че:

- в близост до електролизьорите може да съществува опасност за работниците, изложени на специфичен риск;
- в нишите за отделенията на изправителите може да съществува опасност за работниците, включително за изложените на специфичен риск, в резултат на експозиция на магнитни полета.

Пример за специфична за ЕМП оценка на риска в съоръжение за производство на хлор е показан в таблица 3.1.

Таблица 3.1— Специфична за ЕМП оценка на риска в съоръжение за производство на хлор

Опасности	Съществуващи превантивни и предпазни мерки	Лица, изложени на риск	Сериозност			Вероятност			Оценка на риска	Нови превантивни и предпазни действия
			Незначителна	Сериозна	Фатална	Слабо вероятно	Възможно	Вероятно		
Преки ефекти на магнитното поле	Внимателно проектиране на съоръжението за производство на хлор, за да се сведе до минимум интензитетът на магнитната индукция	Техници	✓				✓		Нисък	Не се изискват
	Ограничаване на достъпа до нишите за отделенията на изправителите Подходящи предупредителни надписи, поставени на видно място Обучение на работниците	Работници, изложени на специфичен риск (включително бременни работнички)	✓			✓			Нисък	
Непреки ефекти на магнитното поле (смущения на медицински импланти)	Недопускане на работници с поставени медицински импланти до съоръжението за производство на хлор Подходящи предупредителни надписи, поставени на видно място Обучение на работниците	Работници, изложени на специфичен риск		✓		✓			Нисък	Не се изискват

3.8 Съществуващи предпазни мерки

Безопасността по отношение на ЕМП е с първостепенен приоритет още от най-ранните етапи на проектиране на съоръжението, така че са били включени няколко мерки за защита и превенция, а именно:

- стойностите на променливите във времето магнитни полета, които биха могли да се създават от пулсациите в постояннотоковото захранване на електролизьорите, са сведени до минимум, например чрез използване на 12 вместо 6 импулсни изправителя;
- съоръжението е с достатъчно голям размер, за да може зоните със силни магнитни полета да бъдат лесно отделени от работниците;
- в цялото съоръжение на видно място са поставени подходящи предупредителни надписи за наличието на силни магнитни полета;
- работниците са запознати с вероятността за експозиция на ЕМП и са инструктирани да информират работодателя, ако са им поставени медицински импланти.

3.9 Допълнителни предпазни мерки в резултат на оценката

Оценката на експозицията е потвърдила, че съоръжението е проектирано добре по отношение на експозицията на ЕМП и след оценката на експозицията не са необходими допълнителни предпазни мерки.

3.10 Източници за допълнителна информация

Публикация на Euro Chlor — Electromagnetic Fields in the Chlorine Electrolysis Units. Health Effects, Recommended Limits, Measurement Methods and Possible Prevention Actions. (Електромагнитни полета в станции за електролиза на хлор. Въздействие върху здравето, препоръчителни гранични стойности, методи за измерване и възможни действия за превенция.) 2014 г.

4. МЕДИЦИНСКА ТЕХНИКА

4.1 Работно място

От отделението по медицинска физика в една болница било поискано да направи оценка как прилагането на Директивата за ЕМП би могло да повлияе на работата в болницата.

4.2 Естество на работата

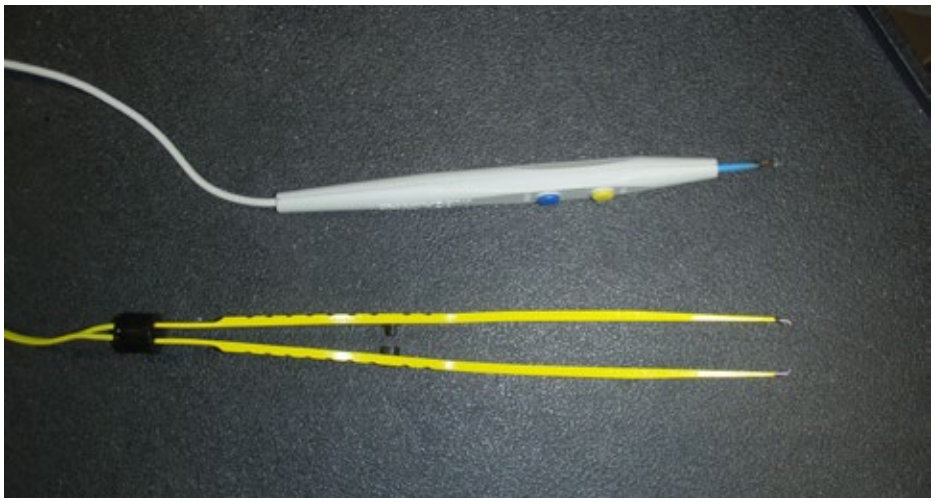
За лечението, наблюдението и диагностиката на пациенти широко се използват електрически устройства. Екипът по медицинска физика започнал оценката си с определяне на оборудването, което евентуално би могло да генерира силни магнитни полета. След направен преглед на описа на болничното оборудване екипът определил три групи от него, за които знаели, че генерират силни електромагнитни полета; това са апарати за електрохирургия, устройства за транскраниална магнитна стимулация (ТМС) и апарати за късовълнова диатермия. По това време болницата не използвала оборудването за късовълнова диатермия, но въпреки това то е включено в оценката. Екипът искал да проучи също така вероятността от електромагнитни смущения на чувствително оборудване за наблюдение на пациенти, особено на оборудване, което би могло да се използва в близост до устройства, генериращи силни електромагнитни полета. Членовете на екипа определили, че най-податливо на електромагнитни смущения би било чувствително медицинско оборудване, използвано по време на процедури за електрохирургия (напр. вентилатори и електрокардиографи).

4.3 Информация за оборудването, което поражда ЕМП

4.3.1 Апарати за електрохирургия

Устройствата за електрохирургия се използват в болницата за рязане и/или коагулация на телесни тъкани и се прилагат при значителен брой хирургически процедури. Те действат чрез подаване на електрически ток с високо напрежение през тъканта, върху която се работи. Тези апарати обикновено работят в обхвата на междинните честоти от около 300 kHz до 1 MHz и използват мощност от 50 да 300 W. Апаратът за електрохирургия се състои от активен електрод, генератор, кабели, свързващи генератора към активния електрод, и обратен електрод или заземена планка, монтиран(а) на тялото на пациента (фигура 4.1). Електрозахранването се подава към активния електрод (електрохирургична сонда) по кабели, които може да не са екранирани. Токът преминава през тъканта на пациента и се връща към електрохирургическия апарат по обратния електрод.

Фигура 4.1 — Активен и обратен електрод и свързващи ги кабели



4.3.2 Транскраниална магнитна стимулация

Устройството за транскраниална магнитна стимулация (ТМС) създава целенасочени импулси на електромагнитни полета за индуциране на ток в мозъка и може да се използва за различни приложения (напр. при диагностика на мозъчни заболявания и наранявания, като лечение на депресия, а напоследък и за лечение на мигренозно главоболие). Типичните устройства за ТМС се състоят от основен апарат, който поражда импулс на голям ток, и ръчна намотка за стимулиране (фигура 4.2). В предлаганите в търговската мрежа устройства енергията се натрупва в големи кондензатори за високо напрежение. Кондензаторите се разреждат през намотката с помощта на тиристор, който може да комутира големи токове в рамките на няколко секунди. Широко разпространени са два вида намотки и те се използват в болницата — кръгла намотка и намотка с формата на осмица (макар че съществуват и други видове).

Фигура 4.2 — Намотка за ТМС с форма на осмица



4.3.3 Късовълнова диатермия

Устройствата за късовълнова диатермия генерират радиочестотно (РЧ) лъчение, обикновено с честота 27,1 MHz. Устройствата се използват от физиотерапевтите за терапевтично лечение на мускулите и ставите. Съществуват два режима на работа — капацитивен, при който пациентът се поставя в радиочестотно поле между два пасивни електрода (фигура 4.3) и индуктивен, при който електромагнитното поле се прилага посредством намотка.

Фигура 4.3 — Капацитивна късовълнова диатермия



4.4 Как се използва оборудването

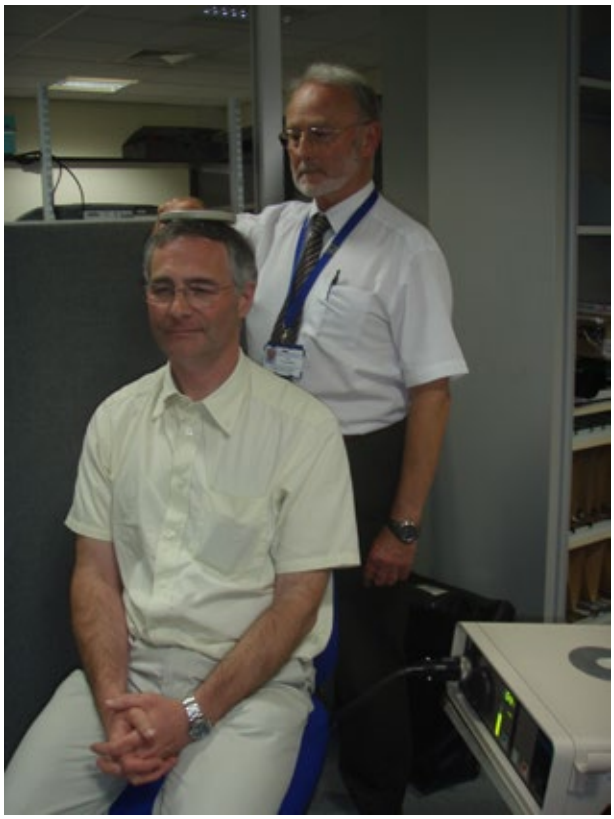
4.4.1 Апарати за електрохирургия

При употреба хирургът обикновено държи сондата за третиране близо до горната част на тялото си. Кабелите може да се намират близо до работещите в операционната, и по-специално близо до ръцете на хирурга.

4.4.2 Транскраниална магнитна стимулация

Намотката се поставя близо до главата на пациента и се генерира електромагнитен импулс или серия от импулси за индуциране на ток в мозъка на пациента. Сондата може да се закрепи в дадено положение или да се държи от медицинското лице (фигура 4.4).

Фигура 4.4 — Използване на кръгла намотка за TMC



4.4.3 Късовълнова диатермия

Екипът бил информиран, че в момента в болницата не се използва късовълнова диатермия, макар че преди се е прилагала от физиотерапевтите. Не е имало пълна яснота относно работните процедури, прилагани при използване на това оборудване, но екипът решил, че ще изготви оценка, ако болницата планира да го използва отново в бъдеще.

4.5 Подход относно оценката на експозицията

Екипът по медицинска физика бил наясно, че и трите медицински устройства генерират силни магнитни полета. Не били сигурни обаче дали устройствата генерират полета, които биха могли да доведат до надвишаване на граничните стойности на експозиция (ГСЕ) за работниците. Поради това решили, че е необходима допълнителна оценка и ще са нужни измервания на електромагнитните полета. Екипът избрал два уреда от оборудването — апарат за електрохирургия ConMed 5000 и устройство за TMC 200 MAGSTIM. Решили на първо време да не извършват измервания на устройства за късовълнова диатермия.

В отделението за медицинска физика разполагали с различни измервателни сонди за следене на електромагнитни полета. За осъществяване на измерването екипът използвал изотропна (триосна) сонда. За всеки уред от оборудването е била необходима различна сонда поради различната честота на генерираните електромагнитни полета.

4.6 Резултати от оценката на експозицията

4.6.1 Апарат за електрохирургия

Апаратът за електрохирургия ConMed 5000 бил включен да работи в еднополюсен режим. Той може да работи в режим за рязане и за коагулация. Предварителните измервания обаче показали, че породените електромагнитни полета в режим на рязане са по-силни от тези в режим на коагулация и затова повечето измервания били направени в режим на рязане. Честотата на полето била оценена чрез измерване и показване на формата на сигнала на екрана на осцилоскоп, като била установена стойност 391 kHz. Приложената мощност била приблизително 200 W.

Измерванията на електрическите и на магнитните полета били направени около кабелите за подаване и за връщане на тока. По отношение на сравняването на измереното поле със стойностите за предприемане на действие (СПД), поради полето с междинна честота, са приложими СПД както за нетоплинни, така и за топлинни ефекти.

Резултатите от измерването, показани в таблица 4.1, сочат интензитета на магнитното поле на различни хоризонтални разстояния до средата на кабела за подаване на ток. Въз основа на тези резултати екипът екстраполирал магнитното поле на 1 cm от кабела и изчислил, че то е 7 % от СПД за електрически ток в крайниците.

Тази оценка на магнитното поле около оборудването показала на екипа, че експозицията на хирурга или на другите медицински работници не би надвишила СПД от Директивата за ЕМП, нито референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета.

Таблица 4.1 — Интензитет на магнитното поле на различни разстояния от кабела за подаване на ток като процент от стойностите за предприемане на действие и референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на

Разстояние от кабела (cm)	Интензитет на магнитното поле (Am^{-1})	Магнитна индукция (μT)	Нетоплинни ефекти		Топлинни ефекти	
			Процент от ниските/високите стойности за предприемане на действие (%)[1]	Процент от стойностите за предприемане на действие за електрически ток в крайниците (%)[2]	Процент от стойностите за предприемане на действие (%)[3]	Процент от референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕС на Съвета (%)[4]
10	0,64	0,81	0,81	0,27	16	34
20	0,53	0,67	0,67	0,22	13	29
50	0,26	0,33	0,33	0,11	6,4	14
100	0,09	0,11	0,11	0,04	2,1	4,7
150	0,04	0,05	0,05	0,02	1,0	2,1

[1] Високи/ниски стойности за предприемане на действие за магнитна индукция при честота 391 kHz: 100 μT
[2] Стойности за предприемане на действие за електрически ток в крайниците за магнитна индукция при честота 391 kHz: 300 μT
[3] Стойност за предприемане на действие за магнитна индукция при честота 391 kHz: 5,12 μT
[4] Референтни нива от Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета за магнитна индукция при честота 391 kHz. 2,35 μT

ЗАБЕЛЕЖКА: Преценено е, че неопределеността при измерванията е ± 2,7 dB и в съответствие с подхода на „споделен риск“ (вж. Допълнение Г5 към том 1 от ръководството) резултатите са сравнени директно със СПД/РН.

Електрическото поле било измерено в зона, през която минават кабелът за подаване и кабелът за връщане на тока. Установено било, че генерираното от кабела за връщане на тока електрическо поле е значително по-силно от това, което се генерира от кабела за подаване на ток, включително и че кабелът за подаване е екраниран. Интензитетът на електрическото поле като функция на разстоянието от кабела за връщане на тока е посочен подробно в таблица 4.2. Измерванията се отнасят за различни хоризонтални разстояния до средата на кабела за подаване на ток. Най-силното измерено поле на разстояние 10 cm от кабела е по-ниско от стойностите за предприемане на действие. Въпреки това резултатите показват, че референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета, могат да бъдат надвишени на разстояние до около 20 cm от този кабел.

Таблица 4.2 — Интензитет на електрическото поле на различни разстояния от кабела за връщане на тока като процент от стойностите за предприемане на действие и референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета

Разстояние от кабела (cm)	Интензитет на електрическото поле (Vm^{-1})	Нетоплинни ефекти		Топлинни ефекти	
		Процент от ниските стойности за предприемане на действие (%)[1]	Процент от високите стойности за предприемане на действие (%)[2]	Процент от стойностите за предприемане на действие (%)[3]	Процент от референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета (%)[4]
10	116	68,2	19,0	19,0	133
20	92,5	54,4	15,2	15,2	106
30	66,8	39,3	11,0	11,0	76,8
50	48,5	28,6	8,0	8,0	55,8
100	11,9	7,0	2,0	2,0	13,7
150	6,55	3,9	1,1	1,1	7,5

[1] Ниски стойности за предприемане на действие за интензитет на електрическото поле в обхвата от 3 kHz до 10 MHz: 170 Vm^{-1}
[2] Високи стойности за предприемане на действие за интензитет на електрическото поле в обхвата от 3 kHz до 10 MHz: 610 Vm^{-1}
[3] Високи стойности за предприемане на действие за интензитет на електрическото поле в обхвата от 3 kHz до 10 MHz: 610 Vm^{-1}
[4] Референтни нива от Препоръка 1999/519/ЕС на Съвета за интензитет на електрическото поле при честота в обхвата от 150 kHz до 1 MHz: 87 Vm^{-1}
ЗАБЕЛЕЖКА: Преценено е, че неопределеността при измерванията е ± 0,8 dB и в съответствие с подхода на „споделен риск“ (вж. Допълнение Г5 към том 1 от ръководството) резултатите са сравнени директно със СПД/РН.

След това от съображения за пълнота екипът използвал своя софтуер за моделиране с цел предвиждане на експозицията на пациента и го преконфигурирал, за да получи модел на експозицията на хирурга по отношение на ГСЕ. Изчислени били стойностите както за индуцираните електрически полета, така и за специфичната погълнатата мощност (СПМ) при ситуация на експозиция, при която апаратът за електрохирургия се използва, като кабелите минават покрай ръката на хирурга на разстояние от 1 cm.

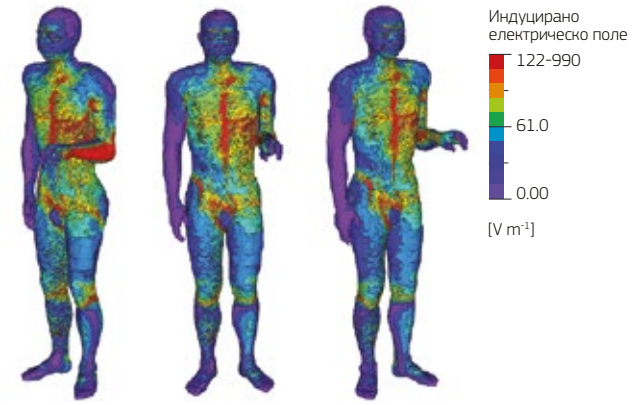
Изчислено било индуцираното електрическо поле в различни тъкани (таблица 4.3). Най-високата изчислена стойност е 628 mVm^{-1} в кост. Това е 0,6 % от ГСЕ по отношение на последиците за здравето, което потвърдило на екипа, че за хирурга няма да бъдат надвишени ГСЕ за нетоплинни ефекти. Разпределението на индуцираното електрическо поле в модел на човешкото тяло е показано на фигура 4.5. Възможно е, разбира се, кабелите на апарата за електрохирургия да са на разстояние по-малко от 1 cm и дори да влизат в контакт с тялото на хирурга. Въпреки това екипът стигнал до заключението, че ниските стойности за индуцирано електрическо поле означават, че ГСЕ по отношение на последиците за здравето няма да бъдат надвишени около изследвания апарат.

Таблица 4.3 — Индуцирано електрическо поле като процент от ГСЕ по отношение на последиците за здравето

Тъкан	Индуцирано електрическо поле (mVm^{-1})[1]	% ГСЕ по отношение на последиците за здравето
Кост	628	0,60 %
Мазнина	493	0,47 %
Кожа	461	0,44 %
Мозък	146	0,14 %
Гръбначен мозък	275	0,26 %
Ретина	103	0,10 %

[1] ГСЕ по отношение на последиците за здравето за интензитет на вътрешно електрическо поле при честота в обхвата от 3 kHz до 10 MHz: 105 Vm^{-1} (еф. ст-т)

Фигура 4.5 — Разпределение на индуцираното електрическо поле в модел на човешкото тяло от експозиция на кабел за апарат за електрохирургия с 391 kHz

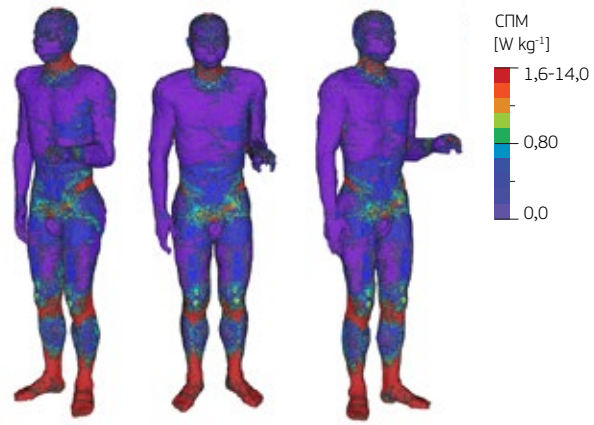


Изчислени били стойности за цялото тяло и локализирани СПМ (таблица 4.4) и те показват, че ГСЕ няма да бъдат надвишени в позицията на хирурга. Показано е разпределението на СПМ в модел на човешкото тяло (фигура 4.6).

Таблица 4.4 — Максимални за СПМ за оценената позиция на експозиция и сравнение с ГСЕ

Позиция	СПМ (Wkg^{-1})	ГСЕ (Wkg^{-1})	% от ГСЕ
Средна СПМ за цялото тяло	0,0338	0,4	8,4
Локална върхова стойност върху 10 g СПМ в главата и торса	0,780	10	7,8
Локална върхова стойност върху 10 g СПМ в крайниците	1,75	20	8,7

Фигура 4.6 — Разпределение на специфичната погълната мощност (СПМ) в модел на човешкото тяло от експозиция на поле с 391 kHz, генерирано от апарата за електрохирургия.



От оценката екипът се уверил отново, че няма вероятност хирургът или другите медицински работници да бъдат изложени на полета, надвишаващи ГСЕ. Членовете на екипа все пак признават факта, че пациентът може да бъде изложен на полета, надвишаващи референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета, особено в близост до мястото на обратния електрод. Това по принцип не се счита за проблем, тъй като експозицията е оправдана част от операцията. Може да се изисква обаче това да се вземе предвид, ако на пациента е поставено активно имплантирано медицинско изделие (АИМИ). Друг установен потенциален риск било електромагнитното смущение на чувствителни медицински устройства в операционната зала; екипът разбрал, че това се е случвало, когато сондата за подаване на ток се постави в близост до такива устройства.

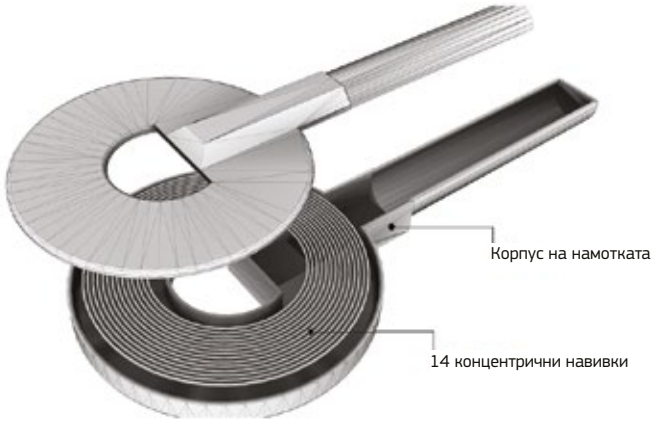
4.6.2 Устройство за ТМС

Устройството за ТМС 200 MAGSTIM има два ръчни елемента, в единия от които има кръгова намотка, а в другия — две кръгови намотки във формата на осмица. Мощността на генератора се задава от медицинското лице като процент от максималната мощност. Може да се зададе за подаване на единичен импулс или на серия от импулси.

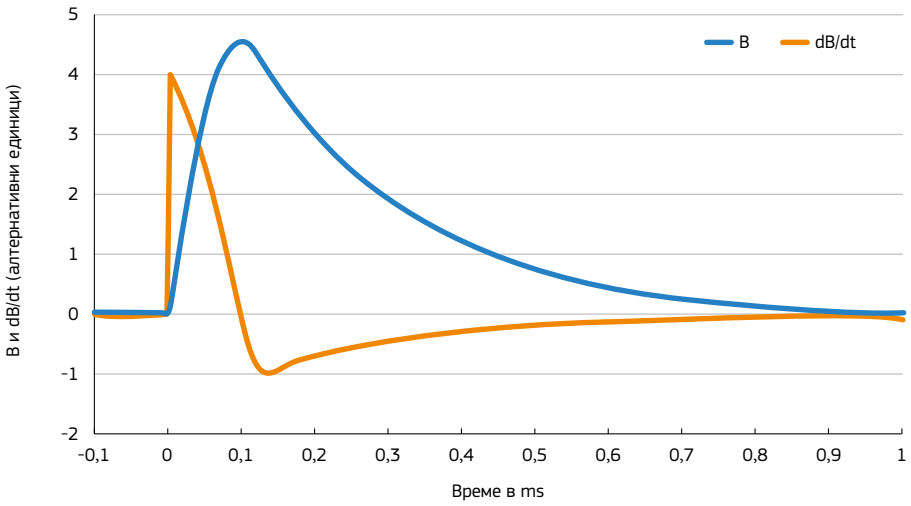
Предварителните измервания показали, че при кръговата намотка се получават най-високи нива на магнитните полета. Намотката (фигура 4.7) е поставена в пластмасов корпус, а самите ѝ навивки са медни — материал, избран заради малкото му електрическо съпротивление и високата топлопроводност. Намотката е направена от 14 концентрични навивки с диаметър от 70 mm до 122 mm.

За измерванията екипът използвал кръгова намотка с генератор, поставен на 100 % от максималната мощност и в режим с подаване на единичен импулс. Производителят е предоставил данни за характеристиките на импулса (фигура 4.8).

Фигура 4.7 — Кръгла намотка за TMC

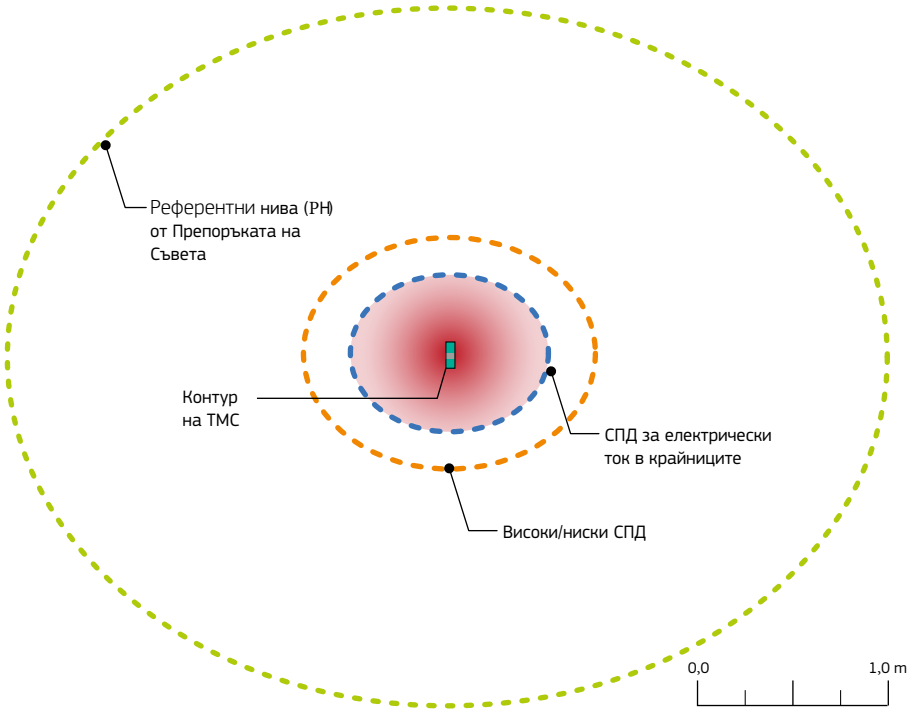


Фигура 4.8 — Характеристики на единичния импулс по данни на производителя



Както се очаквало, най-силните полета били измерени точно пред и в средата на намотката; зоните, в които може да се очаква надвишаване на стойностите за предприемане на действие (СПД) и на референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета, са показани на фигура 4.9. При обичайно положение на ръката на оператора (когато държи ръчния елемент на 11 cm под центъра на намотката) била измерена магнитна индукция 5600 % от СПД за електрически ток в крайниците.

Фигура 4.9 — Изглед отгоре, на който са показани линиите, в които около устройството за ТМС могат да бъдат надвишени стойността за предприемане на действие за електрически ток в крайниците (синьо), високите/ниските стойности за предприемане на действие (червено) и референтните нива от Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета (зелено).



ЗАБЕЛЕЖКА: Преценено е, че неопределеността при измерванията е ± 10 % и в съответствие с подхода на „споделен риск" (вж. Допълнение Г5 към том 1 от ръководството) при оценка на горепосочените разстояния резултатите са сравнени директно със СПД/РН.

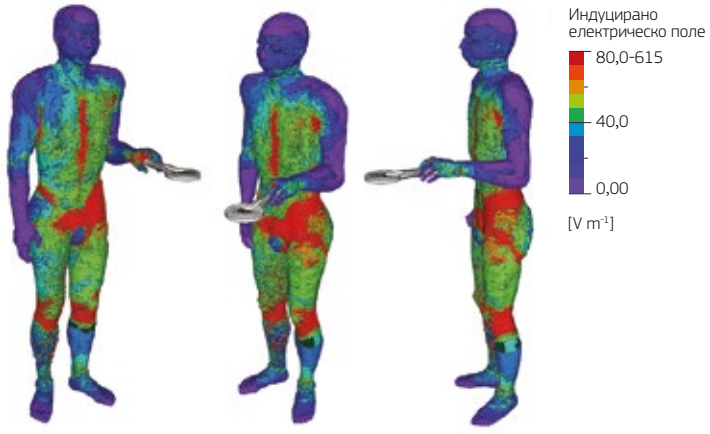
Екипът установил, че съществува голяма вероятност експозицията на медицинското лице да надвиши СПД. Те отново направили компютърно моделиране на потенциалната експозиция на медицинското лице по отношение на ГСЕ. Моделирането било осъществено за две позиции на медицинското лице: първата, когато намотката се държи на 30 cm от тялото, и втората — с намотка на 15 cm от торса. Моделирането показало, че ГСЕ биха могли да се надвишат с до 35 700 % (таблица 4.5). Показано е разпределението на индуцираното електрическо поле в модел на човешкото тяло в двете позиции (фигури 4.10 и 4.11).

Таблица 4.5 — Стойности за индуцирано електрическо поле, получени чрез компютърно моделиране, и сравнение с ГСЕ

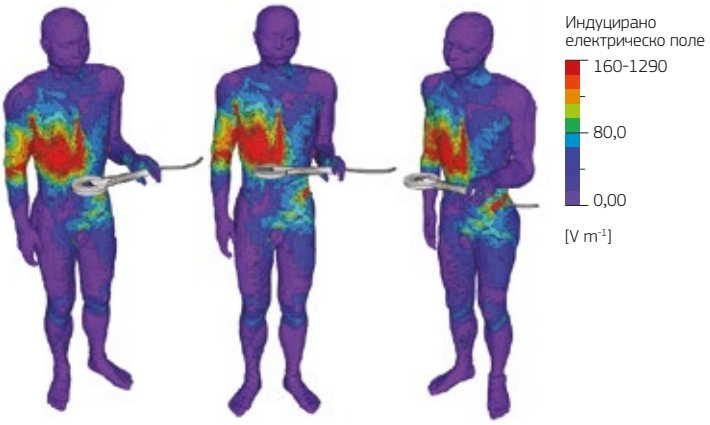
Позиция	Индуцирано електрическо поле (Vm^{-1})	% ГСЕ по отношение на последиците за здравето[1]
Когато намотката се държи на 30 cm от тялото	265 (кост)	24 100 %
Когато намотката се държи на 15 cm от торса	393 (кост)	35 700 %

[1] ГСЕ по отношение на последиците за здравето за интензитет на вътрешно електрическо поле при честота в обхвата от 1 Hz of 3 kHz: 1,1 Vm^{-1} (върхова стойност)

Фигура 4.10 — Разпределение на индуцираното електрическо поле в модел на човешкото тяло от експозиция на намотката за ТМС, когато в изправено положение намотката се държи на разстояние 30 cm от тялото.



Фигура 4.11 — Разпределение на индуцираното електрическо поле в модел на човешкото тяло от експозиция на намотката за ТМС, когато в изправено положение намотката се държи на разстояние 15 cm от тялото.



Екипът стигнал до заключението, че ако сондата се държи в такова положение от медицинското лице, ГСЕ по отношение на последиците за здравето почти сигурно ще бъдат надвишени. Смущение на АИМИ също може потенциално да представлява риск. Смущението на други болнични устройства обаче било счетено за по-малък проблем, отколкото при апарата за електрохирургия, тъй като оборудването обикновено не се използва в зони, в които има чувствителни медицински устройства.

4.6.3 Късовълнова диатермия

Макар че екипът не е направил оценка на никое от устройствата за късовълнова диатермия в болницата, членовете му били наясно, че те биха могли потенциално да доведат до висока степен на експозиция на физиотерапевта и евентуално на други работници. При оценки, направени за подобни устройства в други заведения, се стигнало до заключението, че СПД могат да бъдат надвишени на разстояние до около 2 m от устройства за капацитивна късовълнова диатермия и на 1 m от устройства за индуктивна късовълнова диатермия. Екипът решил, че ще бъде необходима допълнителна оценка на собственото им оборудване, ако то започне да се използва отново. По този начин те биха могли да посъветват физиотерапевтите за безопасни практики на работа (напр. безопасно разстояние за работа) и да определят дали референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета, могат да бъдат надвишени в зони, в които биха могли да влизат изложени на специфичен риск работници.

4.7 Оценка на риска

В болницата била направена оценка на риска по отношение на апарата за електрохирургия (таблица 4.6) и по отношение на устройството за ТМС (таблица 4.7) въз основа на измервания, осъществени от екипа по медицинска физика, които са в съответствие с методиката, препоръчана от OiRA (интерактивната платформа в интернет за оценка на риска на Европейската агенция за безопасност и здраве при работа (EU-OSHA). В оценките на риска се стигнало до заключението, че:

4.7.1 Апарат за електрохирургия

- няма вероятност използването на този апарат да доведе до надвишаване на ГСЕ за хирурга или за други болнични работници;
- съществува потенциал за електромагнитно смущение на АИМИ и други чувствителни медицински устройства в помещението.

4.7.2 Устройство за ТМС

- съществува вероятност използването на това устройство да доведе до надвишаване на ГСЕ за хирурга и евентуално за други медицински работници, като това потенциално може да бъде в значителни граници;
- съществува способност за електромагнитно смущение на АИМИ;
- способността за електромагнитно смущение на чувствителни медицински устройства е малка, тъй като оборудването не се използва в близост до такива устройства.

Въз основа на оценката на риска болницата изготвила план за действие и това е документирано.

Таблица 4.6 — Специфична за ЕМП оценка на риска по отношение на апарат за електрохирургия

Опасности	Съществуващи превантивни и предпазни мерки	Лица, изложени на риск	Сериозност			Вероятност			Оценка на риска	Нови превантивни и предпазни действия
			Незначителна	Сериозна	Фатална	Слабо вероятно	Възможно	Вероятно		
Преки ефекти от ЕМП	Моделирането показало, че ГСЕ няма да бъдат надвишени за работниците	Хирургът и други членове на хирургическия екип	✓			✓			Нисък	Не се изискват
Непреки ефекти от ЕМП (ефект върху активни имплантирани медицински изделия (АИМИ) и други чувствителни медицински устройства)	Няма	Хирургът и други членове на хирургическия екип Пациент		✓			✓		Нисък	Инструктиране на работниците относно риска от потенциално смущение на чувствителни медицински устройства Да се поиска от работниците да докладват на екипа по медицинска физика за всички случаи на смущение на медицински устройства Екипът по медицинска физика да помисли за инструктиране на хирурзите относно безопасните минимални разстояния от сондата за третиране и кабелите до АИМИ и други чувствителни медицински устройства

Таблица 4.7 — Специфична за ЕМП оценка на риска по отношение на устройство за транскраниална магнитна стимулация (ТМС)

Опасности	Съществуващи превантивни и предпазни мерки	Лица, изложени на риск	Сериозност			Вероятност			Оценка на риска	Нови превантивни и предпазни действия
			Незначителна	Сериозна	Фатална	Слабо вероятно	Възможно	Вероятно		
Преки ефекти от ЕМП: ГСЕ по отношение на последиците за здравето могат да бъдат надвишени за медицинското лице, което използва оборудването Посочените в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета референтни нива могат да бъдат надвишени на разстояние до 235 cm от сондата	Няма	Медицинско лице Работници, изложени на специфичен риск (бременни работници)		✓				✓	Средно	На бременните работнички да се забрани да използват оборудването и да остават в помещението, когато то се използва Да се поставят предупредителни надписи върху оборудването Когато е възможно, сондата да се монтира на стенд
Непреки ефекти от ЕМП (ефект върху АИМИ): Посочените в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета референтни нива могат да бъдат надвишени на разстояние до 235 cm от електродите	Няма	Работници, изложени на специфичен риск		✓			✓		Средно	На работниците да бъде предоставена информация за тази опасност На работници с поставени АИМИ да се забрани да използват оборудването и да остават в помещението, когато то се използва Пациенти с поставени АИМИ да не се лекуват с това устройство Да се поставят предупредителни и забранителни надписи върху оборудването

4.8 Съществуващи предпазни мерки

Преди оценката чрез измервания не са съществували конкретни предпазни мерки за ограничаване на експозицията на ЕМП.

4.9 Допълнителни предпазни мерки в резултат на оценката

В резултат на оценката чрез измервания и след преценка на свързаните с оборудването опасности болницата изготвила план за действие и решила да приеме следните допълнителни предпазни мерки:

4.9.1 Апарат за електрохирургия

По отношение на апарата за електрохирургия:

- инструктиране на работниците относно риска от потенциално смущение на чувствителни медицински устройства;
- да се поиска от работниците да докладват на екипа по медицинска физика за всички случаи на смущение на медицински устройства;
- екипът по медицинска физика да помисли за инструктиране на медицинските лица относно безопасните минимални разстояния от сондата за третиране и кабелите до АИМИ и други чувствителни медицински устройства.

4.9.2 Устройство за ТМС

По отношение на устройството за ТМС:

- да се забрани на бременни работнички и на работници с поставени АИМИ да работят с оборудването и да остават в помещението по време на третирането;
- да не се провежда лечение на пациенти с поставени АИМИ;
- да се поставят надписи, които предупреждават за силни магнитни полета, както и забранителни надписи за хора с поставени АИМИ (фигура 4.12);
- ако е възможно, сондата да се монтира на прецизен манипулатор, така че по време на третирането медицинското лице да може да стои по-далече от сондата;
- ако е необходимо, екипът по медицинска физика ще помисли за проектиране на дистанционен манипулатор, който да позволява по време на третирането медицинското лице да стои далече от сондата;

Фигура 4.12 — Примери за предупредителни надписи за силни магнитни полета и илюстрация на забранителния символ за лица с поставени АИМИ



4.9.3 Късовълнова диатермия

По отношение на късовълновата диатермия:

- Екипът по медицинска физика да инструктира физиотерапевтите в болницата да информират екипа преди да провеждат лечение с късовълнова диатермия, така че да може да се направи оценка на риска от ЕМП и при необходимост да се въведат подходящи мерки за контрол.

5. ТЕХНИЧЕСКА РАБОТИЛНИЦА

5.1 Работно място

В предприятие за производство на техника искали да се оцени как биха били засегнати от прилагането на Директивата за ЕМП. В техническата работилница на предприятието има различно електрическо оборудване, включително:

- уред за магнитнопрахов контрол,
- размагнитващ уред,
- плоскошлифовъчна машина,
- гилотина за рязане на ламарина,
- банциг,
- машинна ножовка,
- машина за рязане под ъгъл,
- фрезова машина (с двигател),
- колонна бормашина,
- нагревател за термично зачистване на изолацията на проводници,
- стругове,
- ръчна бормашина,
- шлифовъчен диск.

5.2 Естество на работата

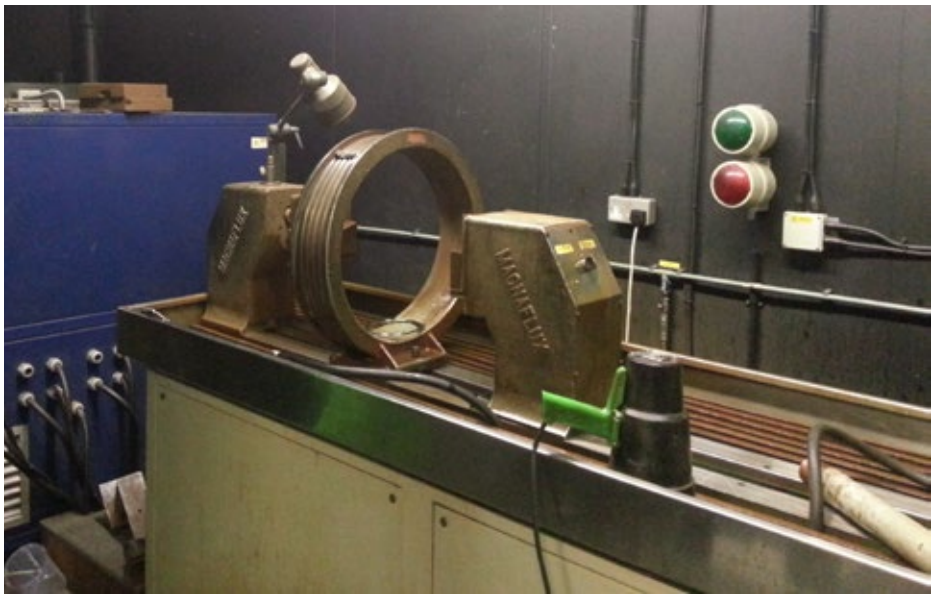
На предприятието било известно, че част от неговото оборудване, като например уредът за магнитнопрахов контрол, използван за безразрушителен контрол, както и размагнитващият уред, използван за размагнитване на различни елементи, са източници на електромагнитни полета. В предприятието обаче искали да разберат и дали други използвани от тях инструменти биха могли да излъчват значителни нива на електромагнитни полета.

5.3 Как се използва оборудването

5.3.1 Магнитнопрахов контрол

Магнитнопраховият контрол (МПК) (фигура 5.1) се използва при безразрушително изпитване на метални елементи. При МПК към феромагнитен детайл се подава ток, за да бъде намагнитен, и по този начин дефектите по повърхността му се проявяват в създаденото от тока магнитно поле. Гледана с помощта на подходящ източник на светлина, нанесената върху повърхността на детайла феромагнитна боя позволява да се наблюдават всички дефекти. Работникът, който осъществява контрола на детайла, обикновено работи в непосредствена близост до оборудването.

Фигура 5.1 — Уред за магнитнопрахов контрол



5.3.2 Размагнитващ уред

В предприятието се използва размагнитващ уред (фигура 5.2), който служи за размагнитване на метални детайли след процеса за магнитнопрахов контрол. Детайлите се зареждат ръчно в система от каретка и релса, която преминава през отвора на намотката на размагнитващия уред. Операторът избутва на ръка през размагнитващия уред поставения върху каретката детайл. След това детайлът се сваля от каретката от другата страна на размагнитващия уред.

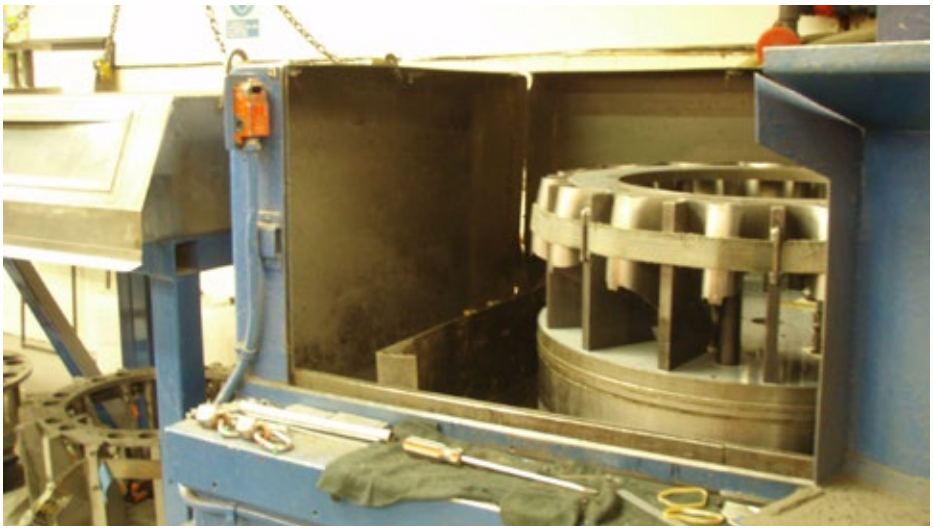
Фигура 5.2 — Размагнитващ уред с плъзгаща се каретка



5.3.3 Плоскошлифовъчна машина

Плоскошлифовъчната машина (фигура 5.3) включва въртящ се плот с магнитен патронник със постоянно магнитно поле, върху който се закрепват детайлите за шлифоване. Магнитният патронник може да се задейства от оператор, когато панелите на шлифовъчната машина са отворени.

Фигура 5.3 — Плоскошлифовъчна машина



5.3.4 Други инструменти, които се използват в работилницата

Другите инструменти, които се използват в предприятието и са посочени по-долу, се ползват редовно от различни работници:

- гилотина за рязане на ламарина,
- банциг,
- машинна ножовка,
- машина за рязане под ъгъл,
- фрезова машина (с двигател),
- колонна бормашина,
- нагревател за термично зачистване на изолацията на проводници,
- стругове,
- ръчна бормашина,
- шлифовъчен диск.

5.4 Информация за оборудването, което поражда ЕМП

В предприятието били наясно, че може да има опасност от ЕМП, свързани с машината за МПК и размагнитващия уред, тъй като в информацията от производителите се посочва, че оборудването може да повлияе на сърдечни стимулатори. Не било предоставено обаче по-подробно обяснение за тази опасност. От предприятието не могли да открият никаква информация за безопасността във връзка с ЕМП за другите инструменти на обекта и затова направили справка със списъка на оборудването в таблица 3.2 в глава 3 на том 1 от ръководството. Въз основа на това те могли да стигнат до заключението, че за повечето ръчни инструменти и по-малки електрически уреди не съществува вероятност да представляват проблем по отношение на експозиция на ЕМП.

5.5 Подход относно оценката на експозицията

Поради липсата на информация относно опасността от ЕМП, свързана с МПК и размагнитващия уред, от предприятието решили да назначат експерт консултант, който да направи подробна оценка. От предприятието искали да се разбере степента и да се определи дали биха могли да съществуват рискове, свързани с елементи от това оборудване.

Консултантът направил измервания на променливата във времето магнитна индукция около оборудването, като използвал измервателен уред с вграден електронен филтър, който дава резултат в процентно изражение, получен по метода на претеглените върхови стойности във времевата област, давайки възможност за директно сравняване със стойностите за предприемане на действие (СПД). За постоянните магнитни полета консултантът използвал триосен магнитометър на Хол, който прави измерването в интензитета на магнитното поле.

5.6 Резултати от оценката на експозицията

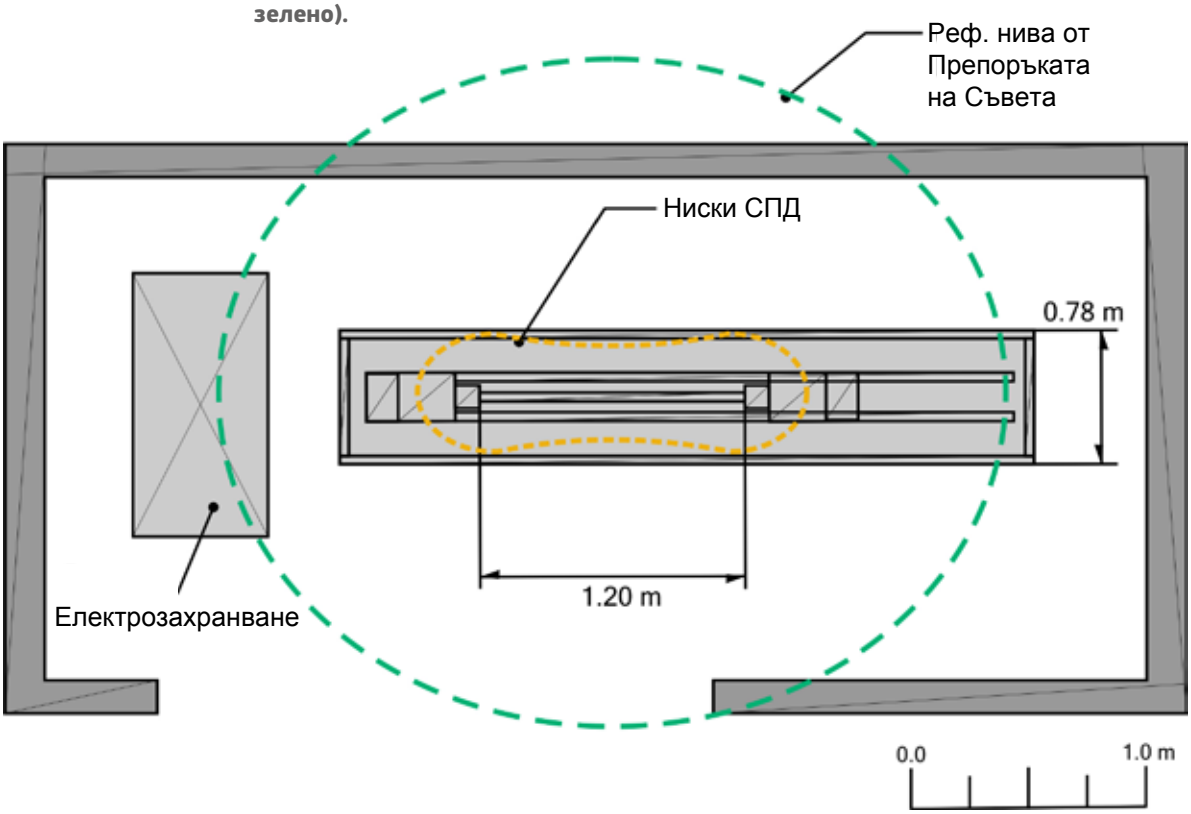
5.6.1 Магнитнопрахов контрол

Уредът за МПК обикновено работи с ток между 1 и 4 kA. Измерванията на магнитната индукция са направени с оборудване, което работи в режим, зададен на максималната си стойност от 10 kA. Оборудването е настроено в режим на радиално намагнитване, при който токът се подава директно в обработвания детайл. Наблюдавано е, че по време на контрола операторът стои на разстояние 60 cm от обработвания детайл, така че измерванията били направени в тази позиция. При нея ниските стойности за предприемане на действие не са били надвишени.

Направени били измервания и на различни други места около оборудването и резултатите били сравнени със СПД, както и с референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета. Тези стойности могат да се използват като най-общ показател за експозицията на работниците, изложени на специфичен риск (вж. Допълнение Д към том 1 от ръководството).

Показани са зоните, в които СПД и референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета, могат да бъдат надвишени (фигура 5.4). Контурът на ниските СПД попада изцяло в основата на машината, докато контурът за референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета, достига на около 1,5 m от обработвания детайл и на до 0,4 m в зоните до кабината за МПК.

Фигура 5.4 — Изглед отгоре, на който са показани линиите, в които могат да бъдат надвишени ниските стойността за предприемане на действие (в жълто) и референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета (в зелено).



5.6.2 Размагнитващ уред

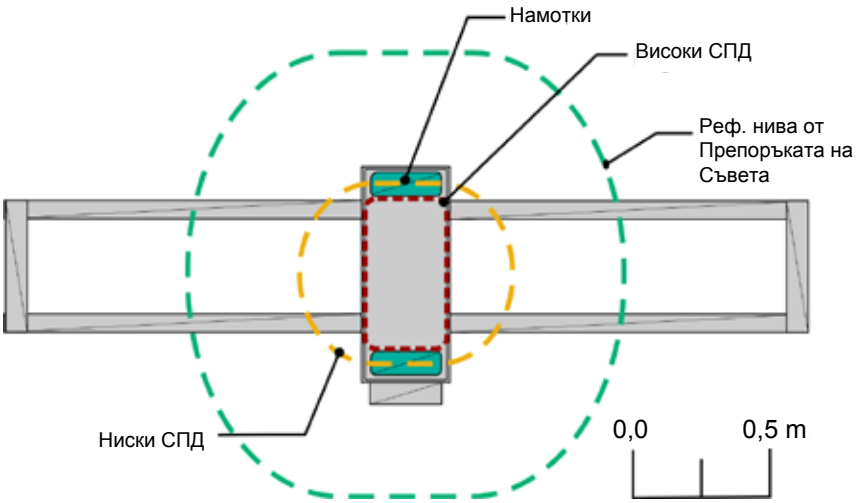
Изпълнителят осъществил измервания на магнитните полета около размагнитващия уред, които са показани на таблица 5.1. Установено било, че магнитната индукция пада под ниските СПД на 40 cm от отвора на магнита и едва надвишава високите СПД на нивото на равнината на лицето на магнита. Референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета, били надвишени на разстояние до 1 m от отвора на магнита.
Зоните, в които СПД и референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета, могат да бъдат надвишени, са показани на фигура 5.5.

Таблица 5.1 — Магнитна индукция, измерена около размагнитващия уред, изразена като процент от стойностите за предприемане на действие в Директивата за ЕМП

Позиция на измерването	Измерено количество		Експозиция в контекста на Директивата за ЕМП					
	Честота (Hz)	Магнитна индукция (μT)	Ниски стойности за предприемане на действие (μT)	Експозиция (%)	Високи стойности за предприемане на действие (μT)	Експозиция (%)	Стойности за предприемане на действие за електрически ток в крайниците (μT)	Експозиция (%)
Релсата на каретката откъм страната на оператора:								
• близо до дясната страна на пулта за управление	50	590	1000	59 %	6000	10 %	18000	3,3 %
• ръба на релсата покрай магнита	50	1400	1000	**140 %**	6000	23 %	18000	7,8 %
• на 40 cm от центъра на отвора на магнита	50	600	1000	60 %	6000	10 %	18000	3,3 %
на 1 m от центъра на отвора на магнита (встрани от размагнитващия уред):								
• отворен край	50	70	1000	7,0 %	6000	1,2 %	18000	0,4 %
• затворен край	50	70	1000	7,0 %	6000	1,2 %	18000	0,4 %
Откъм далечната страна на релсата за каретката (не откъм страната на пулта за управление):								
• на 25 cm от центъра на отвора на магнита	50	3200	1000	**320 %**	6000	53 %	18000	18 %
• на 40 cm от центъра на отвора на магнита	50	600	1000	60 %	6000	10 %	18000	3,3 %
• на 30 cm от корпуса на магнита (откъм страната на изолиращия превключвател)	50	250	1000	25 %	6000	4,2 %	18000	1,4 %
Над релсата за каретката по оста на отвора на магнита:								
• наравно с равнината на лицето на магнита (отворен край)	50	6700	1000	**670 %**	6000	**110 %**	18000	37 %
• наравно с равнината на лицето на магнита (затворен край)	50	6700	1000	**600 %**	6000	**100 %**	18000	33 %

ЗАБЕЛЕЖКА: Измерванията са направени при инструмент в режим на интензитет на полето, което означава, че във формата на сигнала винаги преобладава основната честота 50 Hz.
Преценено е, че неопределеността при измерванията е ± 10 % и в съответствие с подхода на „споделен риск“ (вж. Допълнение Г5 към том 1 от ръководството) резултатите са сравнени директно със СПД.

Фигура 5.5 — Изглед отгоре, на който са показани линиите, в които около размагнитващия уред могат да бъдат надвишени високите стойности за предприемане на действие (в червено), ниските стойности за предприемане на действие (в жълто) и референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета (в зелено).



5.6.3 Плоскошлифовъчна машина

Направени били измервания около шлифовъчната машина, която включва магнитен патронник за закрепване на детайла.

Измерванията около машината показали, че граничните стойности за експозиция (ГСЕ) за експозиция на статични магнитни полета няма да бъдат надвишени никъде. Все пак СПД за експозиция на активни имплантирани медицински изделия би могла да се надвиши в непосредствена близост до магнитния патронник (таблица 5.2).

Таблица 5.2 — Разстояние, на което магнитната индукция пада до стойността за предприемане на действие за експозиция на активни имплантирани медицински изделия (0,5 mT)

Оборудване	Разстояние от страничния ръб на плота	Разстояние от горния ръб на плота
Шлифовъчна машина Lumsden	15 cm	15 cm

ЗАБЕЛЕЖКА: Преценено е, че неопределеността при измерванията е ± 5 % и в съответствие с подхода на „споделен риск“ (вж. Допълнение Г5 към том 1 от ръководството) при оценка на горепосочените разстояния резултатите са сравнени директно със СПД.

5.6.4 Други инструменти, които се използват в работилницата

Направени били измервания на магнитната индукция около другите електрически инструменти в работилницата и СПД не са били надвишени около който и да било от тях.

За посочените в таблица 5.3 инструменти магнитната индукция не е надвишавала никъде СПД или референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета. За посочените в таблица 5.4 инструменти магнитната индукция е надвишавала референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета, на някои места в близост до оборудването.

Таблица 5.3 — Инструменти, които не представляват опасност от ЕМП

Оборудване	Процент от референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета
Гилотина за рязане на ламарина	33 %
Банциг	<1 %
Машинна ножовка	<1 %
Фрезова машина	50 %
Колонна бормашина	20 %
Нагревател за термично зачистване на изолацията на проводници	20 %
Шлифовъчен диск	20 %
Стругове	<2 %

Таблица 5.4 — Инструменти, около които магнитната индукция е надвишавала референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на

Оборудване	Бележки
Машина за рязане под ъгъл	280 % на повърхността на оборудването 100 % на 15 cm от двигателя 20 % на мястото на оператора
Машина за шлифоване/полиране	350 % на повърхността на оборудването 100 % на 10 cm от оборудването
Ръчна бормашина	700 % на повърхността на оборудването 300 % при обичайното положение на тялото (на 7 cm от задния край на бормашината) 100 % на 15 cm от задния край на бормашината

5.7 Оценка на риска

Предприятието осъществило специфични за ЕМП оценки на риска по отношение на своето оборудване въз основа на оценките чрез измервания, осъществени от консултанта (таблици от 5.5 до 5.9). Те били в съответствие с методиката, препоръчана от OiRA (интерактивната платформа в интернет за оценка на риска на Европейската агенция за безопасност и здраве при работа (EU-OSHA). В оценките на риска се стигнало до заключението, че:

- За уреда за МПК — СПД няма да бъдат надвишени в обичайната позиция на оператора; за работниците, изложени на специфичен риск, може да се появи опасност на разстояние до около 1,5 m от обработвания детайл;
- За размагнитващия уред — ниските СПД могат да бъдат надвишени при работници, застанали в близост до магнита; за работниците, изложени на специфичен риск, може да се появи опасност на разстояние до около 1 m от магнита;
- За плоскошлифовъчната машина — за работниците, изложени на специфичен риск, може да се появи опасност на разстояние до около 15 cm от магнитния патронник; счетено било обаче за малко вероятно работник да застане толкова близо до магнита;
- За ръчната бормашина — може да се появи опасност за работниците, изложени на специфичен риск, когато работят с този инструмент;
- За другите инструменти — около някои от инструментите са измерени полета, които надвишават референтните нива, посочени в Препоръка 1999/515/ЕО на Съвета; все пак полетата са били изключително локални и затова е заключено, че опасността за работниците, изложени на специфичен риск, е малка.

Въз основа на оценката на риска предприятието разработило и документирало план за действие.

Таблица 5.5 — Специфична за ЕМП оценка на риска по отношение на уреда за магнитнопрахов контрол (МПК)

Опасности	Съществуващи превантивни и предпазни мерки	Лица, изложени на риск	Сериозност			Вероятност			Оценка на риска	Нови превантивни и предпазни действия
			Незначителна	Сериозна	Фатална	Слабо вероятно	Възможно	Вероятно		
Преки ефекти на ЕМП: Ниските стойности за предприемане на действие могат да бъдат надвишени в основата на машината Реф. нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета, могат да бъдат надвишени до 1,5 m от обработвания детайл	Обичайната позиция на оператора е на 60 cm от обработвания детайл, което означава, че ниските стойности за предприемане на действие не би трябвало да бъдат надвишени на мястото на оператора Оборудването се използва в кабина	Оператори Други работници Работници, изложени на специфичен риск (бременни работнички)	✓				✓		Нисък	Предоставяне на информация и обучение за операторите и другите работници Върху оборудването да се поставят предупредителни надписи На бременните работнички да се забрани да използват оборудването или да влизат в кабината, когато оборудването се използва Да се поставят подходящи предупредителни и забранителни надписи на входа на кабината
Непреки ефекти на ЕМП (ефект върху активни имплантирани медицински изделия) Реф. нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета, могат да бъдат надвишени до 1,5 m от обработвания детайл	Не се допуска работници с поставени активни имплантирани медицински изделия да използват това оборудване	Работници, изложени на специфичен риск		✓		✓			Нисък	На всички работници да се предостави информация за опасността Да се отправят предупреждения в информацията за безопасност на обекта Да се поставят подходящи предупредителни и забранителни надписи на входа на кабината

Таблица 5.6 — Специфична за ЕМП оценка на риска по отношение на размагнитващия уред

Опасности	Съществуващи превантивни и предпазни мерки	Лица, изложени на риск	Сериозност			Вероятност			Оценка на риска	Нови превантивни и предпазни действия
			Незначителна	Сериозна	Фатална	Слабо вероятно	Възможно	Вероятно		
Преки ефекти на ЕМП: Ниските стойности за предприемане на действие могат да бъдат надвишени на разстояние до 40 cm от магнита референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета, могат да бъдат надвишени на разстояние до 1 m от магнита	Няма	Оператори Работници, изложени на специфичен риск (бременни работнички)	✓				✓		Нисък	Освен в случай че би създавало затруднение при използване на оборудването, да се монтира предпазна преграда за предотвратяване на надвишаването при работниците на ниските стойности за предприемане на действие, както и да се автоматизират някои от най-често повтарящите се операции за размагнитване Предоставяне на информация и обучение за операторите и другите работници Поставяне на предупредителни надписи Маркиране на зоната, в която се надвишават референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета Да се забрани на бременни работнички да влизат в маркираната зона Да се поставят подходящи предупредителни и забранителни надписи на входа на маркираната зона
Непреки ефекти на ЕМП (ефект върху активни имплантирани медицински изделия) Референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета, могат да бъдат надвишени на разстояние до 1 m от магнита	Не се допуска работници с поставени активни имплантирани медицински изделия да използват това оборудване	Работници, изложени на специфичен риск		✓		✓			Нисък	На всички работници да се предостави информация за опасността Да се отправят предупреждения в информацията за безопасност на обекта Да се поставят подходящи предупредителни и забранителни надписи на входа на маркираната зона

Таблица 5.7 — Специфична за ЕМП оценка на риска по отношение на шлифовъчната машина

Опасности	Съществуващи превантивни и предпазни мерки	Лица, изложени на риск	Сериозност			Вероятност			Оценка на риска	Нови превантивни и предпазни действия
			Незначителна	Сериозна	Фатална	Слабо вероятно	Възможно	Вероятно		
Преки ефекти от постоянно магнитно поле	Няма. ГСЕ не се надвишават никъде	Оператори	✓			✓			Нисък	Не се изискват
Непреки ефекти на постоянното магнитно поле (ефект върху активни имплантирани медицински изделия) Стойностите за предприемане на действие за експозиция на активни имплантирани медицински изделия могат да бъдат надвишени на разстояние до около 15 cm от магнитните патронници	Няма	Работници, изложени на специфичен риск		✓		✓			Нисък Няма вероятност работник да застане толкова близо до магнитните патронници	На операторите на оборудването да се предостави информация за опасността Да се забрани на лица с поставени активни имплантирани медицински изделия да работят с машината при отворени панели Върху оборудването да се поставят подходящи предупредителни и забранителни надписи

Таблица 5.8 — Специфична за ЕМП оценка на риска по отношение на ръчната бормашина

Опасности	Съществуващи превантивни и предпазни мерки	Лица, изложени на риск	Сериозност			Вероятност			Оценка на риска	Нови превантивни и предпазни действия
			Незначителна	Сериозна	Фатална	Слабо вероятно	Възможно	Вероятно		
Преки ефекти на ЕМП: Референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета, могат да бъдат над-вишени на разстояние до 15 cm от задната част на бормашината	Няма	Оператори Работници, изложени на специфичен риск (бременни работнички)	✓				✓		Нисък	Да се забрани на бременни работнички да използват ръчната бормашина На работниците да бъде предоставена информация за тази опасност
Непреки ефекти на ЕМП (ефект върху активни имплантирани медицински изделия) Референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета, могат да бъдат надвишени на разстояние до 15 cm от задната част на бормашината	Няма	Работници, изложени на специфичен риск		✓			✓		Нисък	Да не се допуска работници с поставени активни имплантирани медицински изделия да използват това оборудване На работниците да бъде предоставена информация за опасността

Таблица 5.9 — Специфична за ЕМП оценка на риска по отношение на други електрически инструменти

Опасности	Съществуващи превантивни и предпазни мерки	Лица, изложени на риск	Сериозност			Вероятност			Оценка на риска	Нови превантивни и предпазни действия
			Незначителна	Сериозна	Фатална	Слабо вероятно	Възможно	Вероятно		
Преки ефекти на ЕМП: Референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета, могат да бъдат надвишени в изключително локализирани зони в близост до оборудването	Няма	Оператори Работници, изложени на специфичен риск (бременни работнички)	✓			✓			Нисък Изключително малко вероятно е работник да застане толкова близо до оборудването	Не се изискват
Непреки ефекти на ЕМП (ефект върху активни имплантирани медицински изделия) Референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета, могат да бъдат надвишени в изключително локализирани зони близо до оборудването	Няма	Работници, изложени на специфичен риск		✓		✓			Нисък Изключително малко вероятно е работник да застане толкова близо до оборудването	Не се изискват

5.8 Съществуващи предпазни мерки

Преди осъществената от консултанта оценка чрез измервания са били въведени много малко предпазни мерки. Те са се ограничавали до:

- забрана за работниците с поставени активни имплантирани медицински изделия да използват МПК или размагнитващия уред.

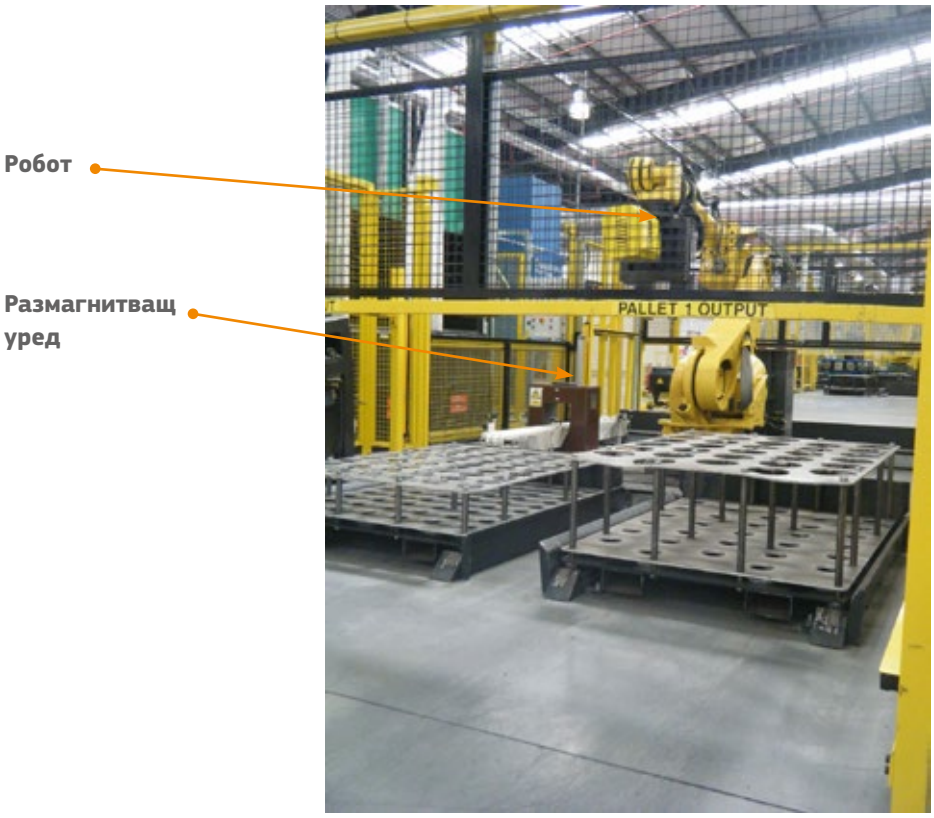
5.9 Допълнителни предпазни мерки в резултат на оценката

В резултат на оценката чрез измервания и след оценка на свързаните с оборудването рискове, предприятието разработило план за действие и взело решение:

- да се поставят четири относително малки неметални (изработени от материала плексиглас) екрана от всяка страна на отвора на магнита на размагнитващия уред; те ще бъдат разположени под ъгъл навътре, така че да не водят до значително ограничаване, но във всички точки ще бъдат на около 40 cm от отвора на магнита;

- да се автоматизират някои от най-често повтарящите се операции за размагнитване, като се използват роботизирани стъпки за обработка и конвейерни ленти (фигура 5.6); това има и допълнителни предимства по отношение на съответствието на операциите за ръчна обработка с изискванията на европейската Директива 90/269/ЕИО;
- да се поставят според необходимостта предупредителни и забранителни надписи върху оборудването и на входа на зоните, в които може да се надвишат референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета; дадени са примерни предупредителни надписи (фигура 5.7);
- да се осигури обучение за информиране на операторите и да се гарантира, че те са запознати с констатациите от оценката на риска и подходящите мерки за защита и превенция;
- да се разработят подходящи процедури, за да се гарантира, че всички работници, включително посетителите и изпълнителите, са осведомени за потенциалните проблеми за работници, изложени на специфичен риск (вж. Допълнение Д към том 1 от ръководството).

Фигура 5.6 — Автоматизиран размагнитващ уред с конвейерна лента в роботизирана клетка за обработка



Фигура 5.7 — Пример за предупредителни и забранителни надписи

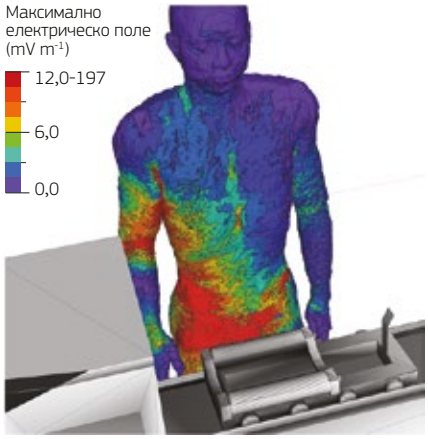


5.10 Посочване на други източници на допълнителна информация

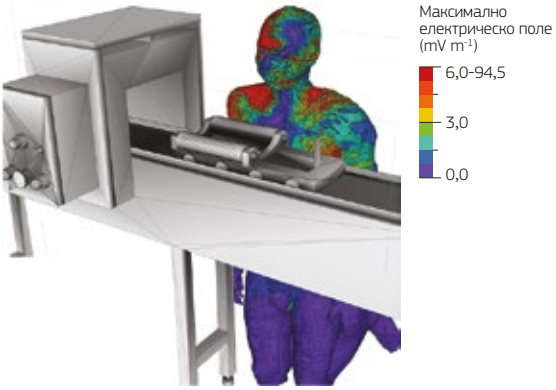
Компютърно моделиране въз основа на резултатите от измерванията около размагнитващия уред показва, че въпреки факта, че СПД са надвишени, индуцираните електрически полета са в съответствие с ГСЕ. За посочените по-долу три ситуации на експозиция индуцираните електрически полета са били от 5 % до 54 % от ниската ГСЕ.

- изправен в позиция 1, на 25 cm от отвора на магнита (фигура 5.8а);
- клекнал в позиция 1, на 25 cm от отвора на магнита (фигура 5.8б);
- наведен в позиция 2, наравно с отвора на магнита (фигура 5.8в).

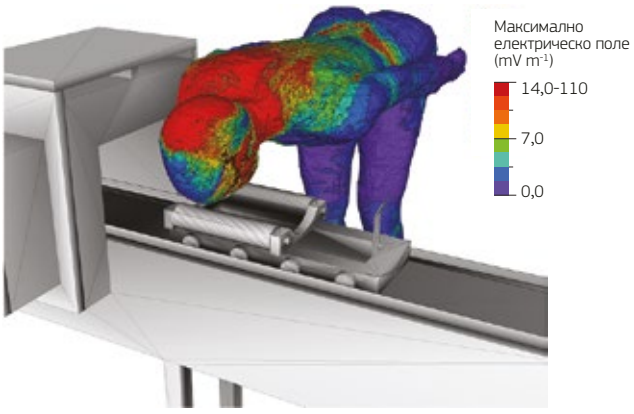
Фигура 5.8а — Разпределение на индуцираното електрическо поле в модел на човешкото тяло вследствие на експозиция на размагнитващия уред, застанал изправен в позиция 1, 25 cm от отвора на магнита



Фигура 5.8б — Разпределение на индуцираното електрическо поле в модел на човешкото тяло вследствие на експозиция на размагнитващия уред, застанал клекнал в позиция 1, 25 cm от отвора на магнита



Фигура 5.8в — Разпределение на индуцираното електрическо поле в модел на човешкото тяло вследствие на експозиция на размагнитващия уред, застанал наведен в позиция 2, наравно с отвора на магнита



6. АВТОМОБИЛИ

6.1 Работно място

В настоящото проучване на конкретен случай са включени ръчни машини за точково заваряване и индукционни нагреватели, използвани в автомобилен сервиз. Макар че не става въпрос за малки и средни предприятия, използването на машини за точково заваряване от водещ международен производител на автомобили също е засегнато накратко в раздел 6.11.

6.2 Естество на работата

Ръчните машини за точкова заваряване (фигура 6.1) и индукционните нагреватели (фигура 6.3) може да представляват опасност поради силните променливи във времето магнитни полета, създавани от електрическия ток, който те използват за заваряване или нагряване на метал. В конкретния случай са разгледани две машини за точково заваряване и три системи за индукционно нагряване, които обикновено се използват в автосервизите.

Фигура 6.1 — Ръчна машина за точково заваряване, използвана за закрепване на нов панел



6.3 Как се използва оборудването

Повечето съвременни автомобили са произведени чрез заваряване на отделни панели, така че да се получи един общ корпус, към който след това се закрепват основните съставни компоненти. В повечето случаи заварките са направени с машини за точково заваряване. Ръчните машини за точково заваряване се състоят от заваръчен пистолет,

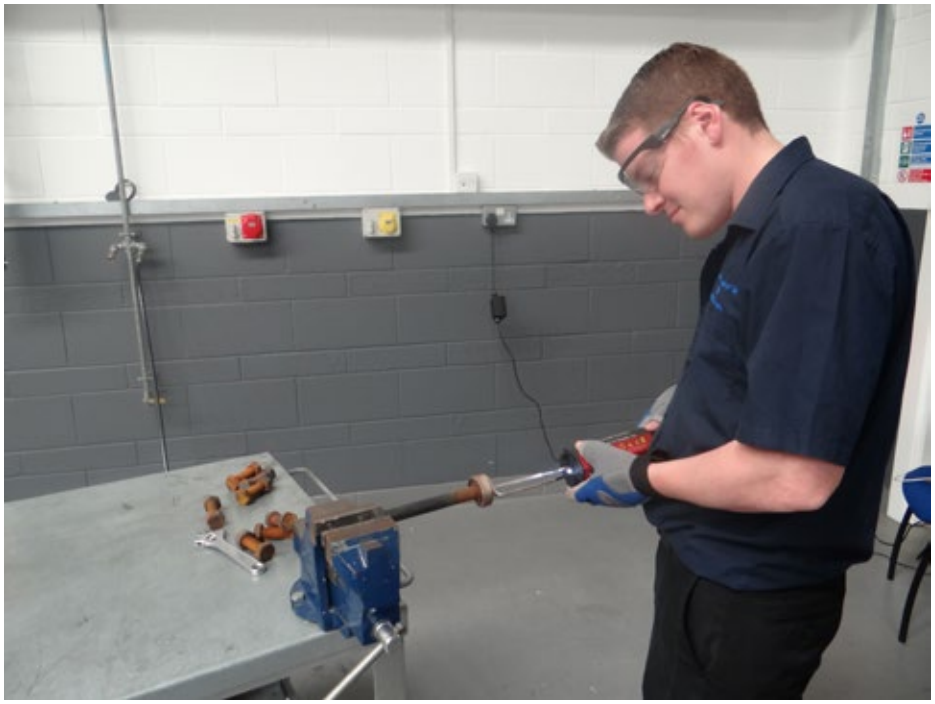
свързан към блок за управление, в който се намират електрическата и охладителната системи. За получаване на точкова заварка в пистолета се използват два профилирани електрода от медна сплав. Размерът на електродите може да е различен в зависимост от мястото на заваряване върху каросерията на автомобила. Пример за една от подложените на оценка в автомобилния сервиз машини за заваряване е показан на фигура 6.2.

Фигура 6.2 — Типична машина за точково заваряване в автосервиз. Системата е подвижна, като блокът за управление е на колелца. Захранващите кабели на електрическата и охладителната системи излизат от предната страна на блока и влизат отзад на заваръчния пистолет, който стои в държача си отляво на пулта за управление.



По време на сервизното обслужване или ремонта на автомобили често се налага — обикновено поради корозия — работниците да нагряват метални компоненти, за да могат да ги отстранят. Индукционните нагреватели се състоят от електромагнитна намотка, през която се подава нискочестотен променлив ток. Създаденото около намотката магнитно поле индуцира в предмета, към който е насочено, електрически токове, наричани вихрови токове, и съпротивлението на тези токове предизвиква нагряване на предмета. Пример за един от подложените на оценка нагреватели е показан на фигура 6.3.

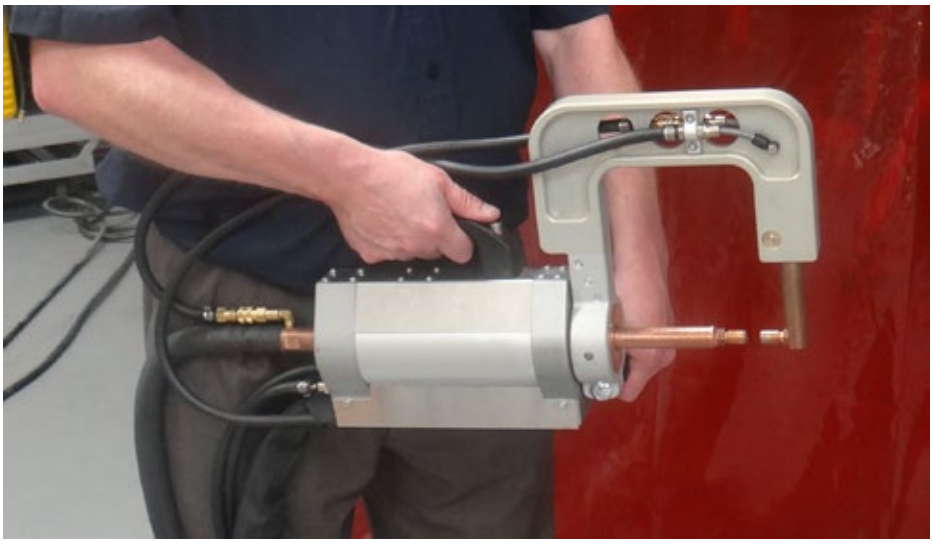
Фигура 6.3 — Ръчен индукционен нагревател 1 kW, използван за нагряване на клеясал болт



6.4 Информация за оборудването, което поражда ЕМП

От двете машини за заваряване, използвани в автомобилния сервиз, при едната се използва пистолет „тип C“, на който може да са монтирани рамена 160 mm или 550 mm, а при другия се използва пистолет „тип X“ с електроди с дължина 160 mm или 550 mm. Различните видове пистолети са показани на фигури 6.4 и 6.5. И двете машини за заваряване са използвали ток между 7500 и 12 000 A и са работили при честота 2 kHz. Все пак, докато при пистолета „тип C“ е използван отдалечен трансформатор, който да подава заваръчния ток, при пистолета „тип X“ е използван миниатюрен трансформатор, монтиран в самия него. Това означава, че при тази машина за заваряване по кабела между блока за управление и пистолета минава главното захранване с 50/60 Hz вместо много по-голям заваръчен ток. Значението на това е разгледано по-нататък в проучването на конкретния случай.

Фигура 6.4 — Пистолет за заваряване „тип C“ в автомобилния сервиз, с монтирано рамо 160 mm. Основното тяло на пистолета (под ръката на работника) съдържа буталото, което притиска единия електрод към другия. Заваръчният ток се подава от блока за управление по кабелите, които се виждат вляво на илюстрацията.



Фигура 6.5 — Пистолет за заваряване „тип X“ в автомобилния сервиз, с монтиран електрод 550 mm. Двата електрода се притискат заедно, действайки като щипци, от бутало в основното тяло на пистолета (между ръцете на работника), където е поместен и трансформаторът, който подава заваръчния ток.

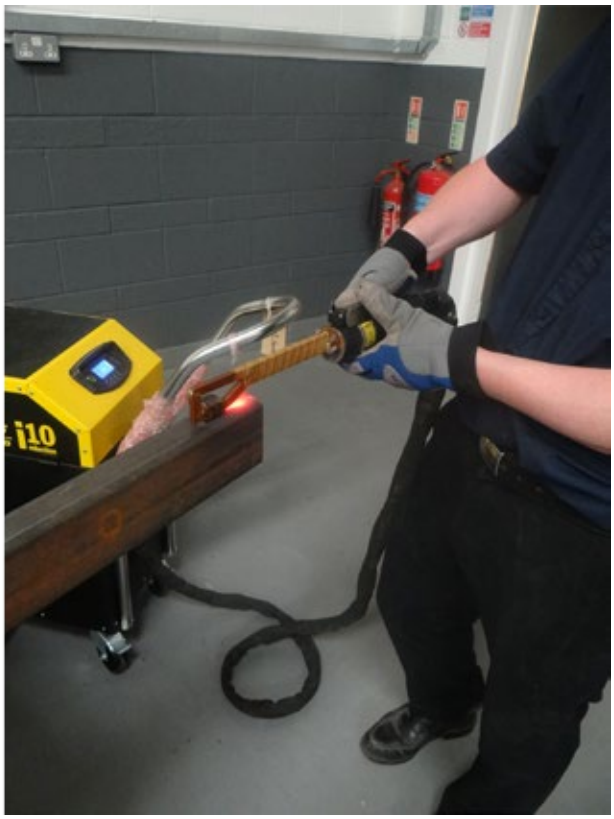


Трите подложени на оценка индукционни нагревателя в автомобилния сервиз са били с различна мощност: 1, 4 и 10 kW. Нагревателят с мощност 1 kW е работил с честота 15 kHz, тези с мощност 4 и 10 kW са работили с честота между 17 и 40 kHz. Използваната от нагревателите с мощност 4 и 10 kW честота е различна, тъй като те могат автоматично да регулират честотата на подавания ток, за да се осигури максимална индуктивна връзка с нагрявания предмет.

Нагревателят с мощност 1 kW се състои от едно-единствено ръчно устройство, в което са комбинирани трансформаторът и нагревателният елемент и в което няма активно охлаждане (фигура 6.3). Нагревателите с мощност 4 и 10 kW се състоят от отделен захранващ блок и ръчен нагревателен елемент и имат системи за активно охлаждане (фигура 6.6).

Фигура 6.6 — Индукционни нагреватели с мощност 4 kW (вляво) и 10 kW (вдясно), използвани за нагряване на метални елементи в автомобилен сервиз. В тези случаи трансформаторът се помещава в отделен захранващ блок (вляво на илюстрациите), като електрическите кабели и кабелите за охлаждащия агент свързват захранващия блок с нагревателния елемент (който във всеки от примерите се държи от работника). Те се различават от много по-простия индукционен нагревател с мощност 1 kW, показан на фигура 6.3.





6.5 Подход относно оценката на експозицията

Орган, представляващ автомобилната промишленост, бил загрижен относно отражението на Директивата за ЕМП върху неговите членове, някои от които са доставчици на оборудване за електрическо заваряване и нагряване. Предполагало се, че машините за точково заваряване и индукционните нагреватели в типичния автомобилен сервиз биха могли да причиняват експозиции на работниците, надвишаващи съответните стойности за предприемане на действие, посочени в член 3, параграф 2 от Директивата за ЕМП. Това е така, тъй като и машините за точково заваряване, и индукционните нагреватели използват силни токове и защото при употреба работниците често ги държат близо до тялото си, както е показано на фигури 6.1, 6.4, 6.5 и 6.6.

Поради това органът прибягнал до услугите на експертен изпълнител, който участвал в европейски проект за разработване на ръководство относно експозиция на електромагнитни полета при работа. За целта било договорено експертният изпълнител да изготви оценка на различно оборудване за автомобилен сервиз в един колеж за обучение по автомобилостроене.

Изпълнителят направил измервания на променливата във времето магнитна индукция около описаните по-горе машини за заваряване и нагреватели, като използвал изотропна (триосна) сонда (фигура 6.7). Измервателният уред имал вграден електронен филтър, който дава резултат в процентно изражение, получен с помощта на метода на претеглената върхова стойност във времевата област, като по този начин се дава възможност за директно сравняване със стойностите за предприемане на действие (СПД), посочени в Директивата за ЕМП. В измервателния уред имало и вграден спектрален анализатор, който позволява да се анализира хармоничният състав на формата на сигнала.

Фигура 6.7 — Измервания около машина за точково заваряване в автомобилния сервиз, с монтиран пистолет „тип C“ и поставено рамо 160 mm. В дъното е машината за заваряване с пистолет „тип X“.



6.6 Резултати от оценката на експозицията

Получените от изпълнителя резултати от измерванията са показани на фигурите и таблиците по-долу. Във всеки от случаите измерванията били направени докато машината за заваряване или нагревателят се използва по начин, който е обичаен за осъществяваните в автомобилен сервиз работи. Направени били измервания за установяване на размера на зоната около всеки пистолет за заваряване или индукционен нагревател, в която:

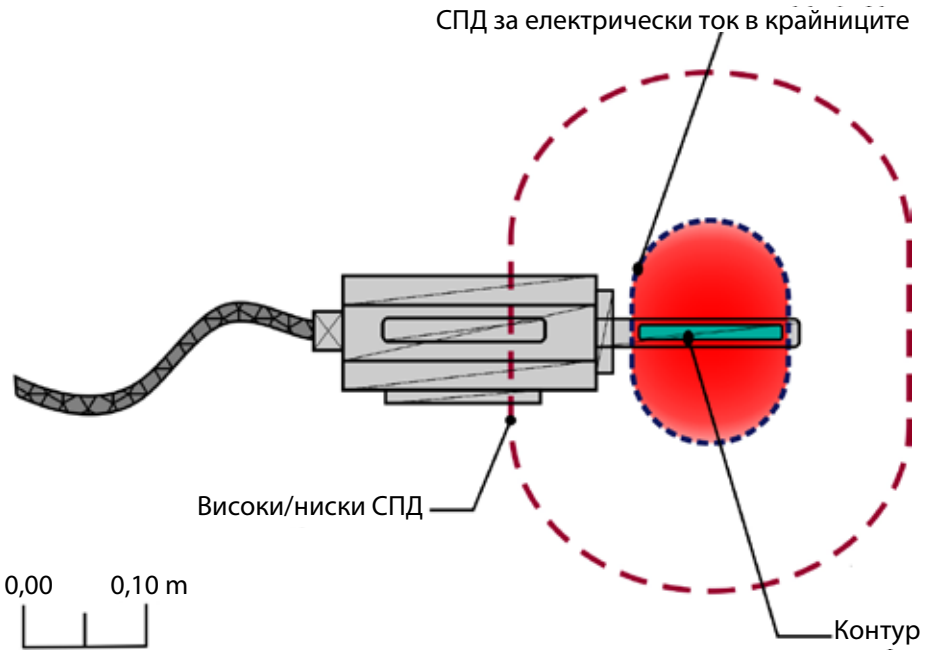
- СПД, посочени в Директивата за ЕМП, са надвишени;
- може да съществува проблем във връзка с безопасността на работници, изложени на специфичен риск. Това се оценява в контекста на референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета (вж. Допълнение Д към том 1 от ръководството)

Машините за точково заваряване и индукционните нагреватели са работили при честота между 2 и 36 kHz. В този честотен обхват високите и ниските СПД, посочени в Директивата за ЕМП, са еднакви. Поради това, когато измерване на стойностите на магнитното поле се посочва като процент от стойността за предприемане на действие, то представлява процент и от високите, и от ниските СПД. Където това е уместно, измерванията са дадени и като процент от СПД за електрически ток в крайниците, посочени в Директивата за ЕМП.

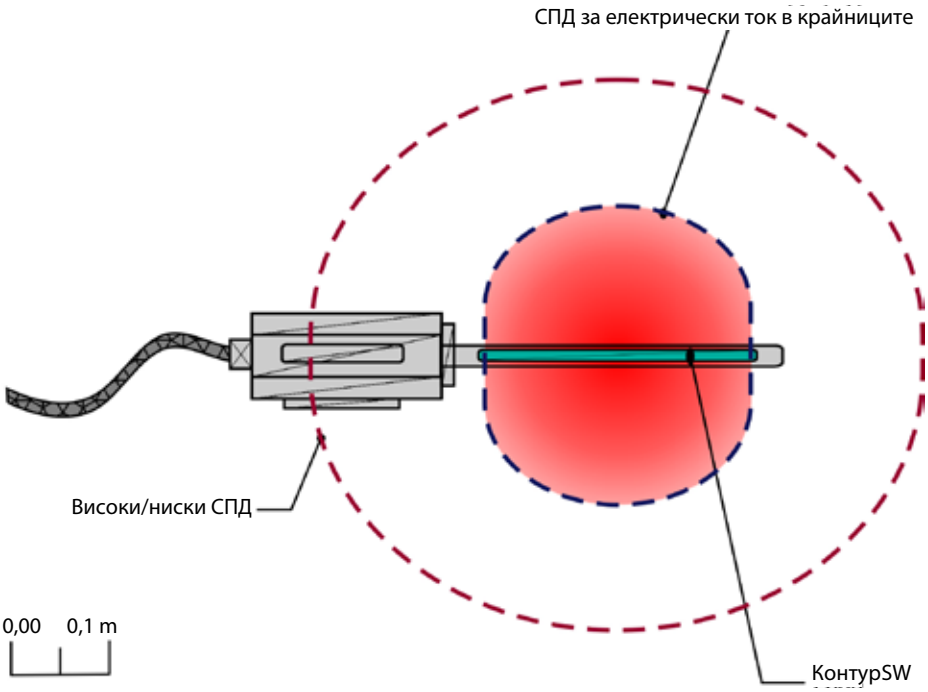
6.6.1 Резултати от оценката на експозицията при машини за точково заваряване в автомобилен сервиз

На фигури 6.8 и 6.11 са показани размерите на зоните около всеки пистолет за заваряване, в които се надвишават или СПД за електрически ток в крайниците, или едновременно както те, така и високите и ниските СПД, посочени в Директивата за ЕМП. На фигура 6.11 е показан и размерът на зоната около пистолет „тип X“, когато на него са монтирани електроди 550 mm, в която са надвишени референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета. Във всеки от случаите, линиите около пистолетите представляват 100 % от съответните стойности, като участъкът в синьо представлява СПД за електрически ток в крайниците, в червено — високите и ниските СПД, а в зелено — референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета. Допълнително в таблица 6.1 е показан размерът на зоните, в които се надвишават съответните СПД около кабела на пистолета за заваряване „тип C“.

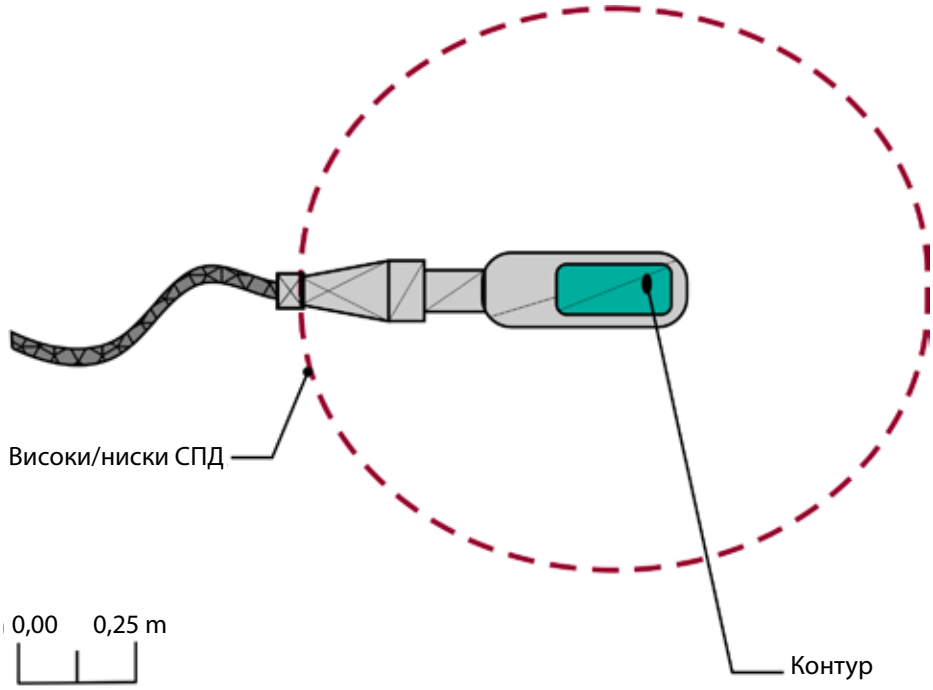
Фигура 6.8 — Изглед отгоре, на който са показани линиите, в които стойностите за предприемане на действие за електрически ток в крайниците (в синьо) и високите/ниските стойности за предприемане на действие (в червено) може да бъдат надвишени около пистолет „тип C“ в автомобилния сервиз, когато на него е монтирано рамо 160 mm.



Фигура 6.9 — Изглед отгоре, на който са показани линиите, в които стойностите за предприемане на действие за електрически ток в крайниците (в синьо) и високите/ниските стойности за предприемане на действие (в червено) може да бъдат надвишени около пистолет „тип C“ в автомобилния сервиз, когато на него е монтирано рамо 550 mm.



Фигура 6.10 — Изглед отгоре, на който е показан контурът, в който високите/ниските стойности за предприемане на действие (в червено) могат да бъдат надвишени около пистолет „тип X“ в автомобилния сервиз, когато на него са монтирани електроди 160 mm.



Фигура 6.11 — Изглед отгоре, на който са показани линиите, в които стойността за предприемане на действие за електрически ток в крайниците (в синьо), високите/ниските стойност за предприемане на действие (в червено) и референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета (в зелено) могат да бъдат надвишени в автомобилния сервиз около пистолет „тип X“, когато на него са монтирани електроди 550 mm.

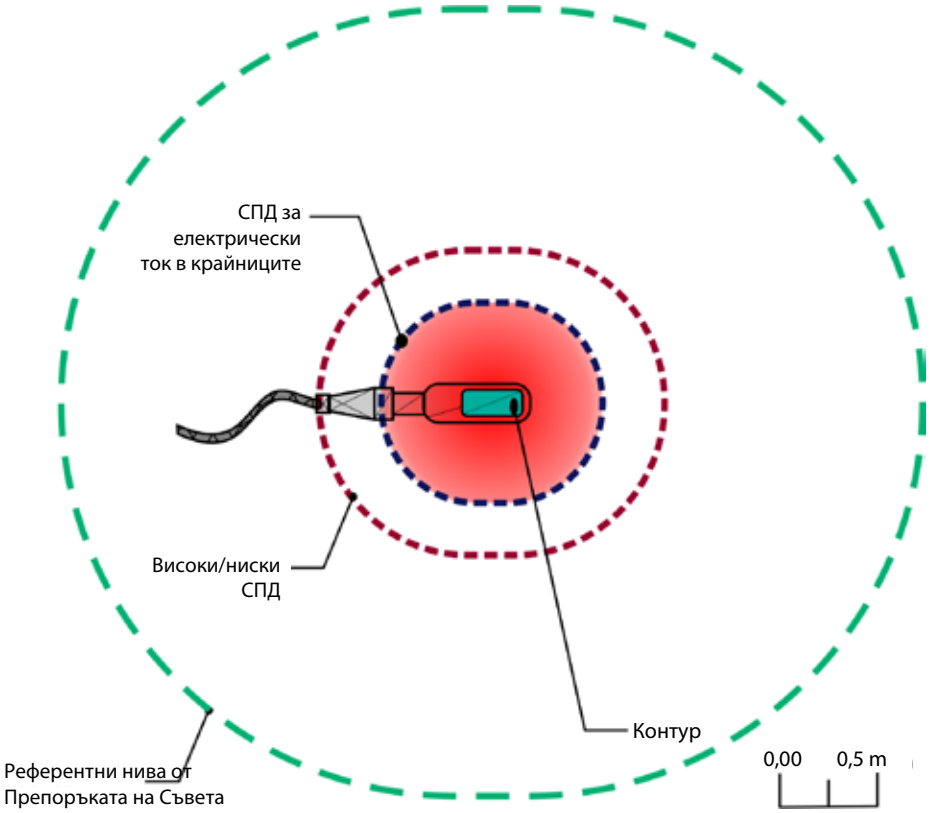


Таблица 6.1 — Резултати от измерванията на кабела между пистолет за заваряване „тип C“ и блока за управление

Тип на щипката	Ток (A)	% от високите/ ниските стойности за предприемане на действие[1] на 10 cm от кабела	% от високите/ ниските стойност за предприемане на действие[1] на 12 cm от кабела	% от стойностите за предприемане на действие за електрически ток в крайниците[2] на 8 cm от кабела
160 mm „тип C“	8000	180	100	100

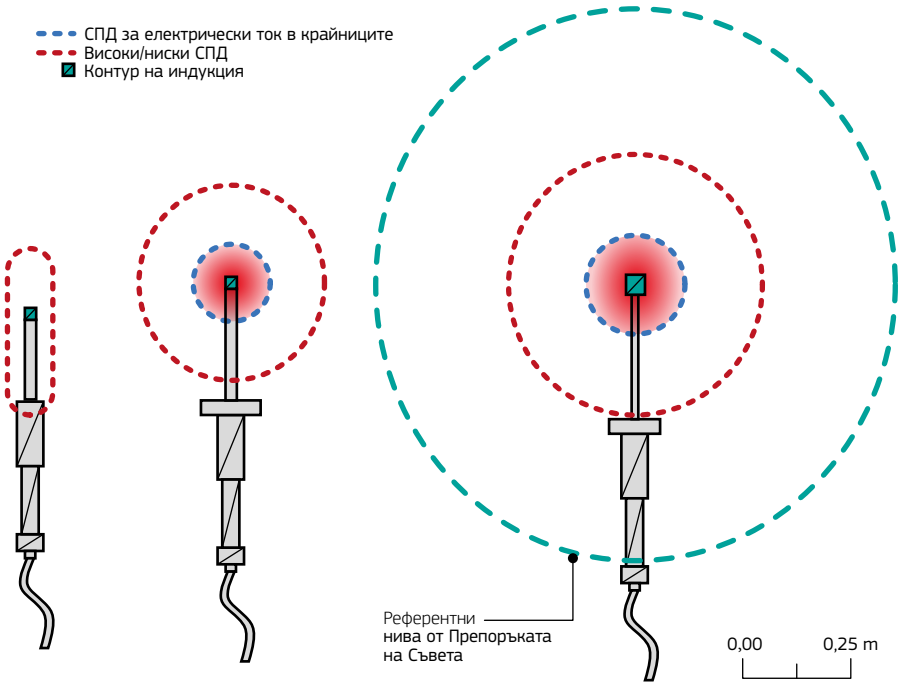
[1] Високите и ниските стойности за предприемане на действие за магнитна индукция при честота 2 kHz: 150 μT
[2] Стойности за предприемане на действие за електрически ток в крайниците за магнитна индукция при честота 2 kHz: 450 μT

ЗАБЕЛЕЖКА: Преценено е, че неопределеността при измерванията е ±10 % и в съответствие с подхода на „споделен риск“ (вж. Допълнение Г5 към том 1 от ръководството) резултатите са приети като пряк процент от СПД.

6.6.2 Резултати от оценката на експозицията за индукционни нагреватели, използвани в автомобилен сервиз

На фигура 6.12 са показани нагревателните елементи на трите индукционни нагревателя, като нагревателят с мощност 1 kW е вляво, този с мощност 4 kW е в средата и този с мощност 10 kW е вдясно. Във всеки от случаите линиите около нагревателните елементи представляват 100 % от съответните стойности, като участъкът в синьо представлява СПД за електрически ток в крайниците, посочени в Директивата за ЕМП, в червено — високите и ниските СПД, посочени в Директивата за ЕМП, а този в зелено представлява референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета.

Фигура 6.12 — Изглед отгоре, на който са показани линиите, в които стойностите за предприемане на действие за електрически ток в крайниците (в синьо), високите/ниските стойности за предприемане на действие (в червено) и референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета (в зелено) могат да бъдат надвишени около трите индукционни нагревателя в автомобилния сервиз (1 kW вляво, 4 kW в средата и 10 W вдясно)



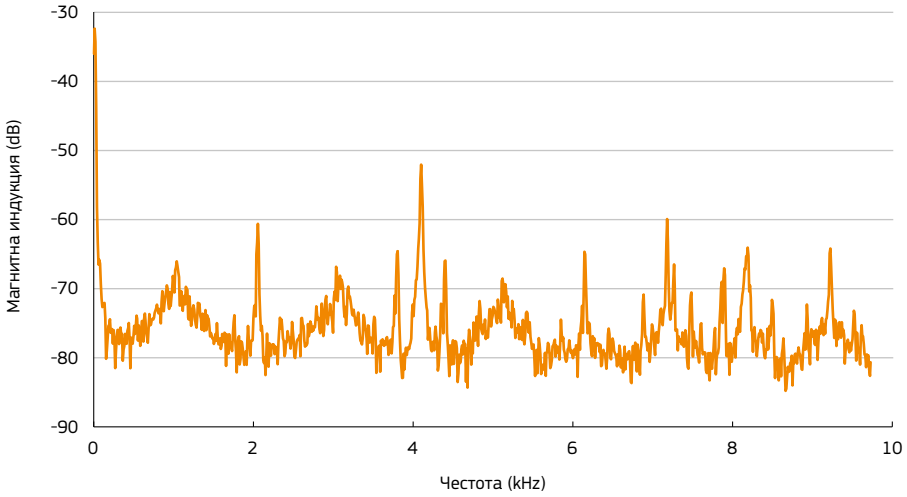
6.7 Заключения от оценките на експозицията

В зависимост от типа на пистолета СПД за електрически ток в крайниците, посочени в Директивата за ЕМП, са били надвишени на 10 и на 22 cm от щипката, а високите и ниските СПД, посочени в Директивата за ЕМП, са били надвишени на разстояние между 20 и 32 cm от щипката. При измерване, референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета, са били надвишени на разстояние до само няколко метра от щипката.

Изпълнителят отбелязал, че захранващите кабели за пистолет „тип С“ генерират около себе си магнитни полета, които надвишават СПД за електрически ток в крайниците и високите и ниските СПД, докато при кабелите на пистолет „тип Х“ това не е така. Всъщност СПД за електрически ток в крайниците са били надвишени на разстояние до 8 cm от кабелите, а високите и ниските СПД са били надвишени на разстояние до 12 cm от кабелите. Изпълнителят отдал това на факта, че по кабелите за пистолет „тип С“ протича заваръчният ток от блока за управление до пистолета, докато при пистолета „тип Х“, при който трансформаторът е поместен в самия него, има кабел, по който се подава само захранването от мрежата 50/60 Hz.

Изпълнителят потвърдил, че основната честота на заваръчния ток за машините за заваряване в автомобилния сервиз е била 2 kHz, макар че няколко хармоника са допринесли значително за цялостната експозиция. За илюстрация на това на фигура 6.13 е показано спектралното разпределение на формата на сигнала, получена от машина за заваряване в автомобилен сервиз с монтиран пистолет „тип С“ 160 mm.

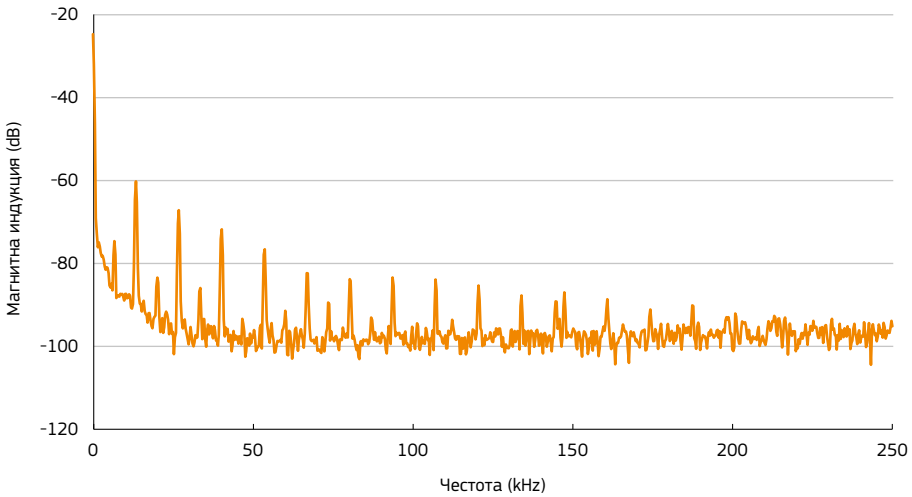
Фигура 6.13 — Спектрално разпределение на формата на сигнала от пистолет „тип C“ 160 mm



Що се отнася до индукционните нагреватели, в зависимост от мощността на нагревателя СПД за електрически ток в крайниците са били надвишени на разстояние между 7 и 11 cm от нагревателния елемент към ръката на работника, а високите и ниските СПД са били надвишени на разстояние между 13 и 18 cm от средата на нагревателния елемент във всички посоки.

Основната честота на нагревателите е била променлива. Нагревателят с мощност 1 kW е имал основна честота 15 kHz, а тези с мощност 4 kW и 10 kW са използвали честота 36 kHz. Също както и при машините за заваряване, няколко хармоника са допринесли значително за цялостната експозиция във всеки от случаите. За илюстрация на това на фигура 6.14 е показано спектралното разпределение на формата на вълната, получена от индукционен нагревател с мощност 1 kW.

Фигура 6.14 — Спектрално разпределение на формата на сигнала от индукционен нагревател с мощност 1 kW



6.8 Оценка на риска

Въз основа на резултатите от измерванията изпълнителят стигнал до заключението, че тъй като машините за точково заваряване се държат в ръка, близо до тялото, съществува вероятност експозицията на магнитни полета за работниците да надвиши съответните СПД от Директивата за ЕМП, а потенциално и съответната гранична стойност на експозиция (ГСЕ). Измерванията около захранващите кабели на пистолет „тип С“ също така показват, че те притежават потенциал да предизвикат експозиция, надвишаваща и съответната СПД.

Изпълнителят отбелязал още, че магнитните полета надвишават референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета, на разстояние до няколко метра от пистолетите за заваряване. Референтните нива могат да се използват като най-общ показател за лица, изложени на специфичен риск от непреки ефекти на експозицията (вж. Допълнение Д към том 1 от ръководството).

По отношение на индукционните нагреватели изпълнителят стигнал до заключението, че работниците, които ги използват, не са били изложени на полета, надвишаващи СПД, тъй като нагревателните елементи се държат на достатъчно разстояние от ръцете и телата им по време на нагряването. Независимо от това магнитните полета са достатъчни, за да се надвишат референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета, на разстояние до 0,50 m от нагревател с мощност 10 kW. Поради това изпълнителят препоръчал да се обърне внимание на лицата, изложени на специфичен риск от непреките ефекти на експозицията на магнитни полета, генерирани от нагревателите (вж. Допълнение Д към том 1 от ръководството).

Предвид тези заключения консултантът изготвил специфична за ЕМП оценка на риска по отношение на употребата на машините за точково заваряване и индукционните нагреватели, като използвал методиката, препоръчана от OiRA (интерактивната платформа в интернет за оценка на риска на Европейската агенция за безопасност и здраве при работа (EU-OSHA). Това било с цел да се определи какви стъпки следва да бъдат предприети за защита на работниците с цел да се гарантира, че експозицията им на магнитни полета не надвишава СПД. Специфичната за ЕМП оценка на риска е показана в таблица 6.2.

6.9 Съществуващи предпазни мерки

Няма.

Таблица 6.2 — Специфична за ЕМП оценка на риска при използване на ръчни машини за точково заваряване и на индукционни нагреватели в автомобилен сервиз

Опасности	Съществуващи превантивни и предпазни мерки	Лица, изложени на риск	Сериозност			Вероятност			Оценка на риска	Нови превантивни и предпазни действия
			Незначителна	Сериозна	Фатална	Слабо вероятно	Възможно	Вероятно		
Преки ефекти при ниска честота	Няма. Ръцете и тялото често са близо до заваряващата щипка, за да се придържа тежестта на пистолета по време на заваряване	Работници в цеха	✓				✓		Нисък	Промени в начина на извършване на заваръчните работи — използване на балансиращи стойки за носене на тежестта на пистолета, така че работниците да държат ръцете и тялото си далече от заварявящите електроди
	Нагревателните елементи на индукционните нагреватели обикновено се държат на една ръка разстояние		✓				✓		Нисък	Стандартни работни процедури за заваръчните работи Предупредителни надписи върху машините за заваряване и нагревателите Обучение на операторите във връзка с риска от ЕМП
		Бременни работнички	✓			✓			Нисък	Да не се работи с машините за заваряване/нагревателите от или в близост до бременни работнички
Непреки ефекти при ниска честота (смущение на активни имплантирани медицински изделия)	Няма	Работници, изложени на специфичен риск		✓		✓			Нисък	Да не се работи с машините за заваряване/нагревателите от или в близост до работници с поставени активни имплантирани медицински изделия Обучение на персонала във връзка с риска от ЕМП

6.10 Допълнителни предпазни мерки в резултат на оценките

В резултат на оценката на риска ръководителят решил да въведе следните предпазни мерки, които включват:

- предприемане, където това е възможно, на стъпки за гарантиране, че работниците държат ръцете и тялото си по-далече от пистолета на машината за точково заваряване, както и, когато това е необходимо, по-далече от други проводници и захранващи кабели. Например ръководителят докарал балансиращи стойки, на които да се окачват пистолетите за точково заваряване. Това означавало, че вече не се налага работниците да поддържат тежестта на пистолетите и следователно е възможно те през цялото време да стоят зад пистолета и само да държат задния му край, за да го задържат на място по време на заваряването;
- поставяне на надписи върху машините за заваряване и нагревателите, които предупреждават за силни магнитни полета и забраняват използването на машината

за заваряване или нагревателя от или в присъствието на лица с поставени активни имплантирани медицински изделия (АИМИ) и на други работници, изложени на специфичен риска, като бременни жени. Примери за използваните надписи върху машините за заваряване в автомобилния сервиз са показани на фигура 6.15;

Фигура 6.15 — Примери за предупредителни надписи за силни магнитни полета и за забранителни надписи за използване на машината за заваряване от или в присъствието на лица с поставени АИМИ.



- предоставяне на работниците на информация, включително за резултата от оценката на риска;
- предоставяне на работниците на инструкции как да поддържат експозицията си под СПД, посочени в Директивата за ЕМП;
- гарантиране посредством подходящи програми за разгласяване, че останалите работници са наясно с опасността от магнитно поле, породена от машините за заваряване и нагревателите;
- редовно преразглеждане на оценката на риска.

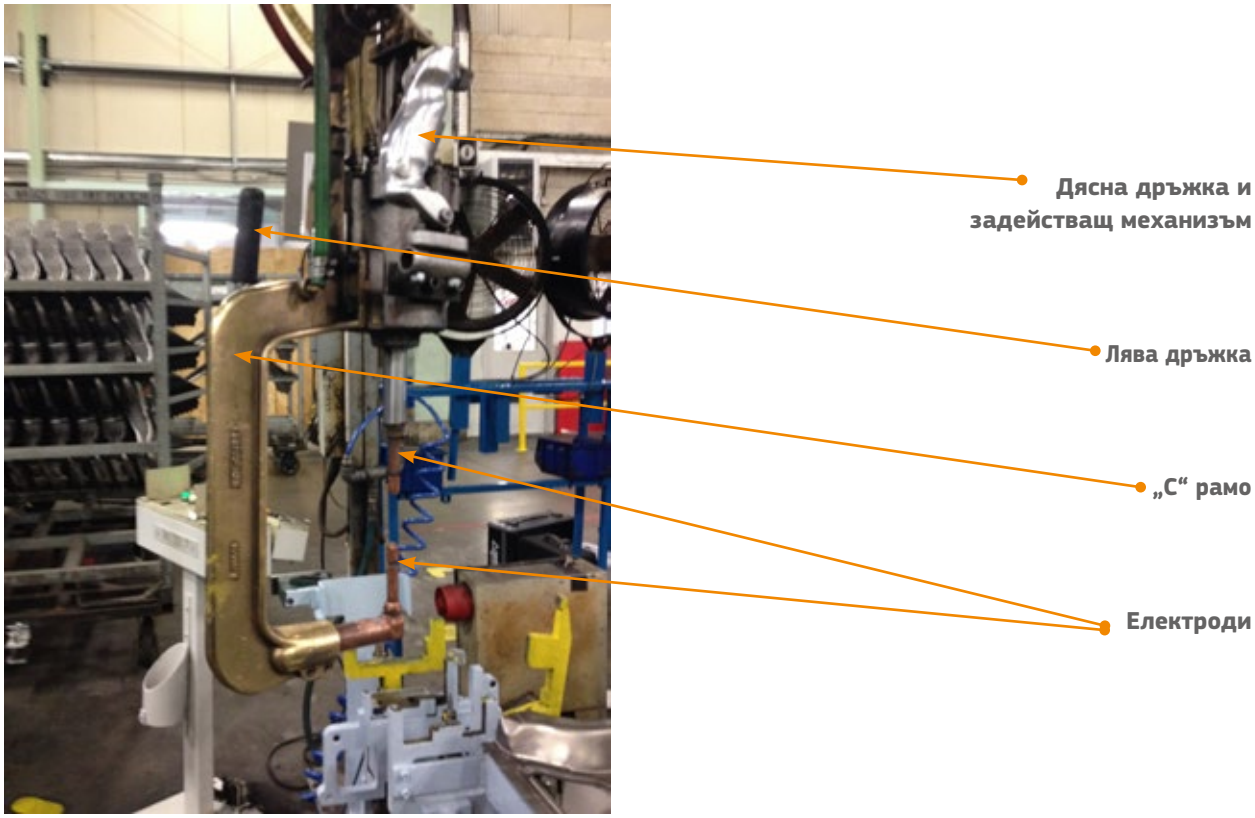
6.11 Машини за точково заваряване в производството на автомобили

Макар че международните производители на автомобили не може да се разглеждат като малки или средни предприятия, значението на точковото заваряване за тази промишленост е такова, че авторите счетоха за важно да включат оценката на изпълнителя на примери за машини за точково заваряване, използвани от водещ производител.

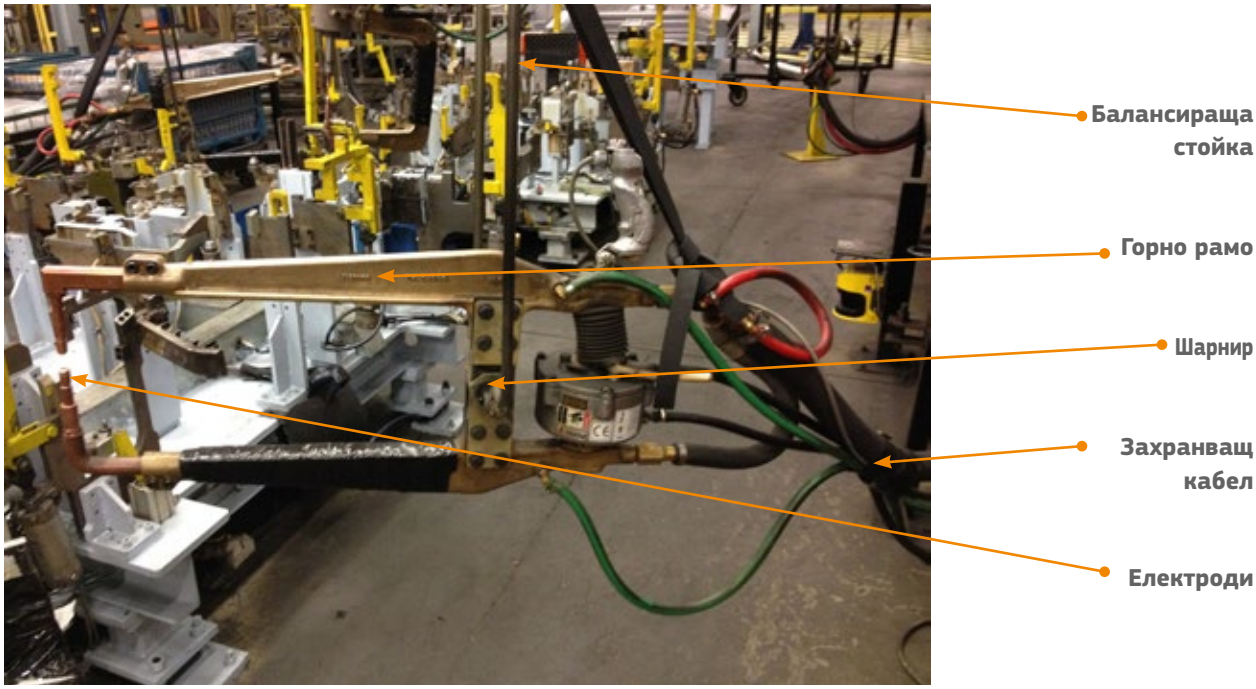
6.11.1 Оценка на заводски машини за точково заваряване

Оценени са три машини за точково заваряване: пистолет „тип C“ с рамо 400 mm, пистолет „тип X“ с електроди с дължина 130 mm и пистолет „тип X“ с електроди с дължина 700 mm. Двата по-малки пистолета са работили с 8400 A, а най-големият пистолет — с 10 200 A. И трите пистолета са с работна честота 50 Hz и са захранвани от отдалечен трансформатор по кабели, проектирани да сведат до минимум експозицията на магнитно поле. Пистолет „тип C“ с рамо 400 mm и пистолет „тип X“ с електроди 700 mm са показани на фигури 6.16 и 6.17.

Фигура 6.16 — Пистолет „тип С“ с рамо 400 mm в завода. Щипката се задържа на място с помощта на дръжките отгоре на пистолета, едната от които се вижда горе вдясно на снимката (полираният хромиран елемент). Това дава представа за положението на оператора спрямо щипката по време на заваряване.



Фигура 6.17 — Пистолет „тип Х“ с електроди 700 mm в завода. Макар че е окачен на балансираща стойка, размерът на пистолета означава, че обикновено работниците трябва да стоят близо до електродите, за да ги направляват и да ги поддържат на място.



Направени били измервания на променливата във времето магнитна индукция около пистолетите за заваряване с помощта на изотропна (триосна) сонда. Измервателният уред е с вграден електронен филтър, който дава резултат в процентно изражение, получен с помощта на метода на претеглената върхова стойност във времевата област, като по този начин се дава възможност за директно сравняване със СПД, посочени в Директивата за ЕМП. В измервателния уред имало и вграден спектрален анализатор, който позволява да се анализира хармоничният състав на формата на сигнала.

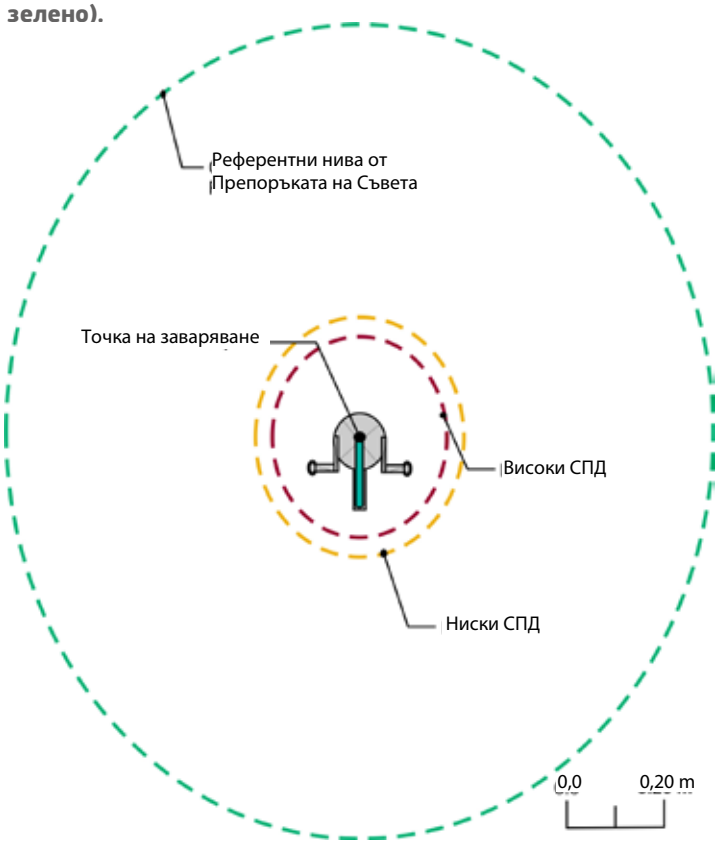
Машините за заваряване са работили с честота 50 Hz. При тази честота високите и ниските СПД, посочени в Директивата за ЕМП, се различават значително. Затова измерванията на интензитета на магнитното поле около пистолетите са показани като процент както от високите, така и от ниските СПД.

6.11.2 Резултати от измерванията при заводска машина за точково заваряване

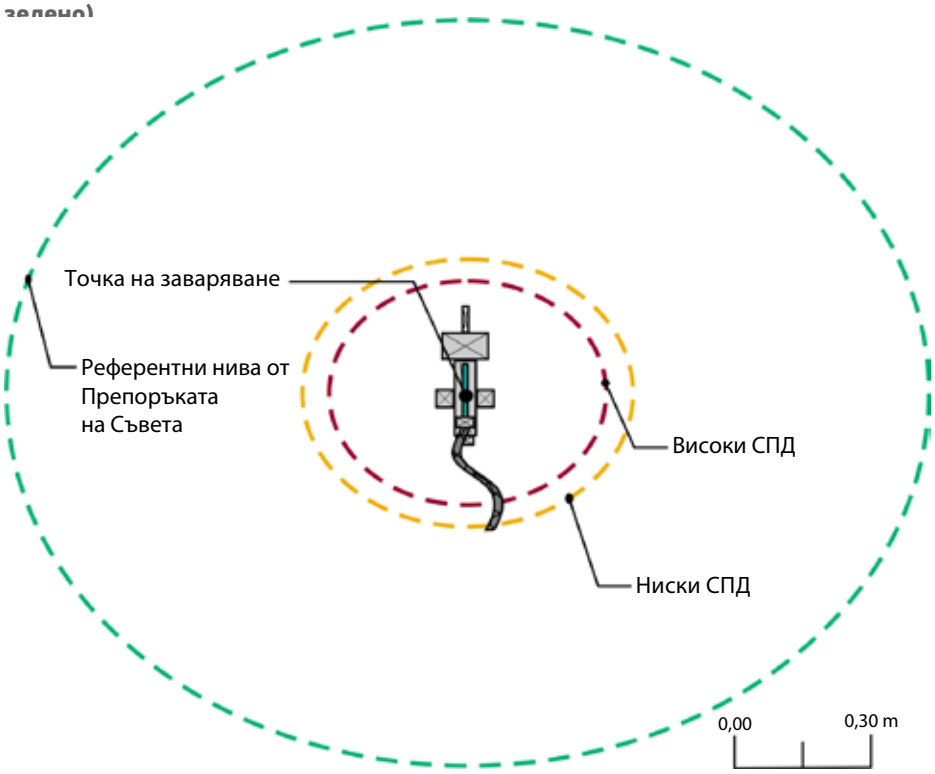
Получените резултати от измерванията са показани на фигурите и таблиците по-долу. Във всички случаи измерванията са направени докато машината за заваряване се използва по начин, който е обичаен за извършваната работа.

На фигури от 6.18 до 6.20 е показан размерът на зоната около всеки пистолет за заваряване, в която са били надвишени високите и ниските СПД от Директивата за ЕМП и референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕС на Съвета. Във всички случаи линиите около пистолетите представляват 100 % от съответните стойности, като участъкът в жълто са високите СПД от Директивата за ЕМП, в червено са ниските СПД от Директивата за ЕМП, а в зелено са представени референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета. В допълнение към тези стойности в таблица 6.3 са показани резултатите от измерванията около захранващия кабел на пистолет за заваряване „тип X“.

Фигура 6.18 — Изглед отгоре, на който са показани линиите, в които около заводски пистолет „тип C“ за точково заваряване с рамо 400 mm могат да бъдат надвишени ниските стойности за предприемане на действие (в жълто), високите стойности за предприемане на действие (в червено) и референтните **нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета (в зелено).**



Фигура 6.19 — Изглед отгоре, на който са показани линиите, в които около заводски пистолет „тип X“ за точково заваряване с електроди 130 mm могат да бъдат надвишени ниските стойност за предприемане на действие (в жълто), високите стойности за предприемане на действие (в червено) и референтните **нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета (в зелено)**



Фигура 6.20 — Изглед отгоре, на който са показани линиите, в които около заводски пистолет „тип X“ за точково заваряване с електроди 700 mm могат да бъдат надвишени ниските стойности за предприемане на действие (в жълто) и високите стойности за предприемане на действие (в червено). В този случай линиите са разширени и зад пистолета поради полетата, създавани от проводниците в задната му част.

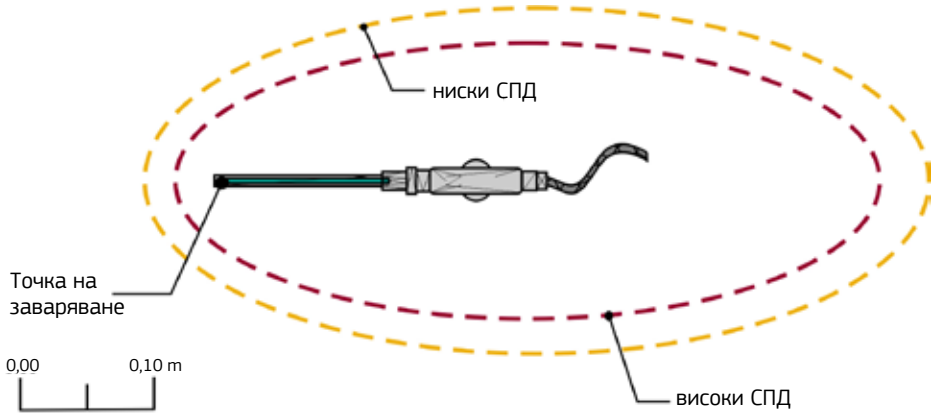


Таблица 6.3 — Резултати от измерванията на кабела между пистолет за заваряване „тип X“ и трансформатор, намиращ се отгоре

Тип на щипката	Ток (A)	% от ниските стойности за предприемане на действие[1] на 10 cm от кабела
130 mm „тип X“	8400	12

[1] Ниски стойности за предприемане на действие при магнитна индукция в обхвата от 25 до 300 Hz: 1000 μT

ЗАБЕЛЕЖКА: Преценено е, че неопределеността при измерването е ±10 % и в съответствие с подхода на „споделен риск“ (вж. Допълнение Г5 към том 1 от ръководството) резултатът е приет като пряк процент от СПД.

6.11.3 Резултати от измерванията на заводска машина за точково заваряване в контекста на СПД

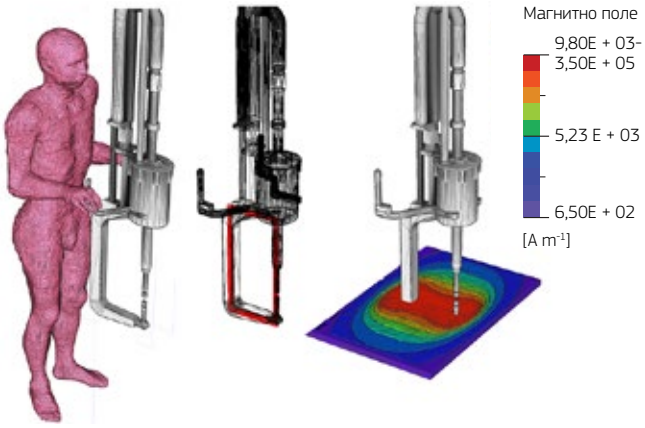
Ниските СПД са били надвишени на разстояние между 37 и 147 cm от пистолетите, а високите СПД са били надвишени на разстояние между 27 и 125 cm от пистолетите. Следва да се отбележи, че размерът на зоната, в която СПД са надвишени около пистолет „тип X“ с рамо 700 mm (фигура 6.20), зависи не само от електродите, но също така от проводниците в задната част на пистолета. Освен това магнитните полета са надвишавали референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета, на разстояние до няколко метра от пистолетите за заваряване (вж. Допълнение Д към том 1 от ръководството). Захранващите кабели на пистолета са били проектирани по такъв начин, че да се сведе до минимум експозицията на магнитно поле и следователно, както е видно от таблица 6.3, експозицията от кабела е далеч под ниските СПД.

6.11.4 Резултати от измерванията на заводска машина за точково заваряване в контекста на ГСЕ

Резултатите са показали, че съществува вероятност експозицията на работниците далеч да надвишава съответните СПД, при условие че стоят на разстояние от 10 до 20 cm от пистолетите. Въпреки това, макар че работодателят е приел много от мерките, описани в раздел 6.10 на настоящото проучване на конкретен случай, не във всеки от случаите е било възможно работниците да се изтеглят извън зоните, в които СПД са надвишени. Затова в съответствие с член 4, параграф 3 от Директивата за ЕМП изпълнителят е направил компютърно модулиране, за да се определи дали съответните ГСЕ са били действително надвишени.

Изпълнителят е използвал измерванията и наблюденията си за създаване на модел на пистолет „тип C“ 400 mm. След това моделът бил използван за изчисляване на магнитните полета в зоните около пистолета, включително тези, в които се намира работникът, който впоследствие е добавен към модела. На фигура 6.21 са показани окончателните модели на пистолета и работника заедно с модел на пистолета, на който е показан затвореният контур на тока (отбелязан в червено), използван за моделиране на създаването на магнитно поле, и изчислените интензитети на магнитното поле в избрана равнина x—y.

Фигура 6.21 — Модел на пистолета за заваряване „тип C“ 400 mm и на работещия с него работник (вляво), на контура на тока („C“ рамо, в червено), от който зависи магнитното поле (в средата), и на магнитното поле около пистолета в работно положение (вдясно)



След като е изготвен моделът на пистолета и работника, са извършени цифрови изчисления на вътрешните електрически полета, индуцирани в тялото. Резултатите от тези изчисления, които се основават на разстояние на тялото от рамото на пистолета 15 cm, са показани на фигура 6.22. Червеният цвят показва относително силно електрическо поле, докато виолетовият показва ниска стойност. Видно е, че полето се поема основно от областта на кръста и горната част на краката на оператора, която е най-близо до контура на тока.

На разстояние 15 cm съответните ГСЕ не са били надвишени, така че са направени допълнителни изчисления за определяне на разстоянието, на което ГСЕ ще бъдат надвишени. Резултатите от тези допълнителни изчисления са показани в таблица 6.4.

Фигура 6.22 — Пространствено разпределение на максимално индуцираните електрически полета в модел на човешкото тяло при експозиция на магнитни полета, генерирани от пистолета „тип C“ 400 mm

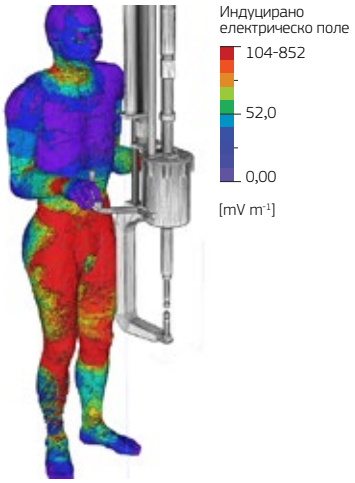


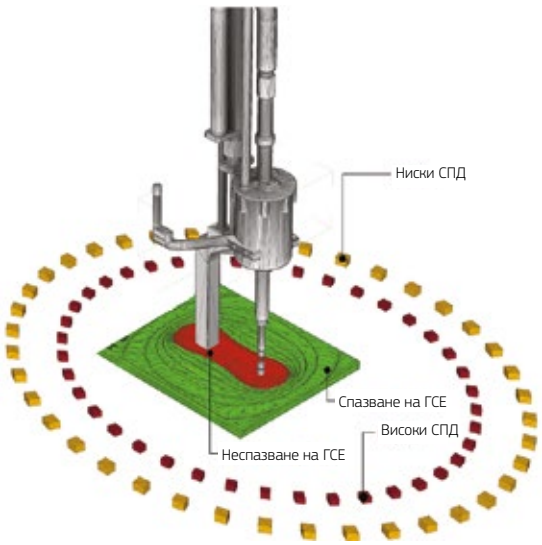
Таблица 6.4 — Максимален интензитет на вътрешно електрическо поле като процент от съответната ГСЕ

Разстояние между торса и пистолета (cm)	15	7	4
Интензитет на максималното индуцирано електрическо поле в тялото mV m^{-1}	287	611	811
Процент от ГСЕ по отношение на последиците за здравето (%)[1]	37	79	104
Интензитет на максималното индуцирано електрическо поле в централната нервна система (mVm^{-1})	52	84	92
Процент от ГСЕ по отношение на ефектите за чувствителността (%)[2]	53	85	93

[1] ГСЕ по отношение на последиците за здравето за честота 50 Hz е 778 mVm^{-1} (еф.ст-т)
[2] ГСЕ по отношение на ефектите за чувствителността за честота 50 Hz е 99 mVm^{-1} (еф.ст-т)

В таблица 6.4 е показано, че когато работникът използва пистолета на 15 cm от тялото, стойността на максималното индуцирано електрическо поле е 287 mVm^{-1}, което представлява 37 % от ГСЕ по отношение на последиците за здравето. За тъканите на централната нервна система в главата стойността на максималното индуцирано електрическо поле е 52 mVm^{-1}, което представлява 53 % от ГСЕ по отношение на ефектите за чувствителността. Резултатите показват, че ГСЕ по отношение на последиците за здравето се надвишава действително само когато разстоянието от тялото до пистолета се намали до около 4 cm. Това означава, че макар работниците да са изложени на магнитни полета, които надвишават СПД, вътрешните индуцирани електрически полета не надвишават ГСЕ. Разликата между размера на зоните, в които се надвишават СПД, и размера на зоната, в която за работника действително ще бъде надвишена ГСЕ по отношение на последиците за здравето, е показана на фигура 6.23 по-долу.

Фигура 6.23 — Визуално представяне на зоната около пистолета „тип C“ 400 mm, в която може да бъде надвишена ГСЕ по отношение на последиците за здравето (червената зона вътре в зелената), заедно с линиите на високите и ниските стойности за предприемане на действие (съответно в червено и в жълто) от фигура 6.18.



Като обобщение, в този случай става ясно, че СПД предоставят консервативно предвиждане на свръхекспозицията и че ситуацията на експозиция действително е в съответствие с Директивата за ЕМП.

7. ЗАВАРЯВАНЕ

7.1 Работно място

Настоящото проучване на конкретен случай се отнася за цех за изделия от метал, в който се използват различни машини за електросъпротивително заваряване.

7.2 Естество на работата

Работниците използват машини за точково и за ролково електросъпротивително заваряване, за да заваряват проводници и ламарина. В цеха са разположени няколко от тези машини.

7.3 Информация за оборудването, което поражда ЕМП

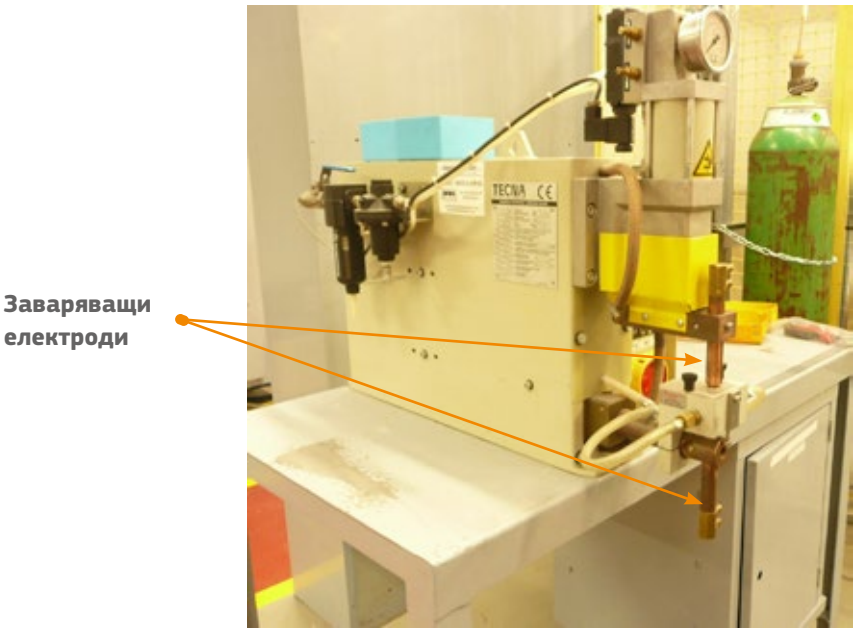
Машините за електросъпротивително заваряване се състоят от два електрода, които захващат заедно детайлите, които ще се заваряват. През електродите и детайлите се подава ток, а необходимата за заваряването топлина се създава от електрическото съпротивление на детайлите. Настройките на оборудването са подбрани да съответстват на характеристиките на заваряваните детайли.

7.3.1 Машини за точково заваряване

Машините за точково заваряване се състоят от два малки цилиндрични електрода, които захващат детайлите и подават голям ток за получаване на точкова заварка. В предприятието се използват два типа машини за точково заваряване: настолни и окачени преносими машини за точково заваряване.

Настолните машини за точково заваряване (фигура 7.1) обикновено се използват за заваряване на 1,2 mm трохантерен тел от неръждаема стомана. Това оборудване е предназначено да се използва върху плот, като операторът се намира пред машината. То обикновено работи с 19 % от максималния разполагаем ток (3500 A), което прави 665 A, и използва електрозахранване 50 Hz. Окачените преносими машини за точково заваряване (фигура 7.2) се използват за заваряване на метални листове. Машината се състои от електродни рамене, които се движат като щипци, за да захванат върховете на електродите върху детайла. Обикновено работи с ток 7000 A и използва електрозахранване 2 kHz.

Фигура 7.1 — Настолна машина за точково заваряване



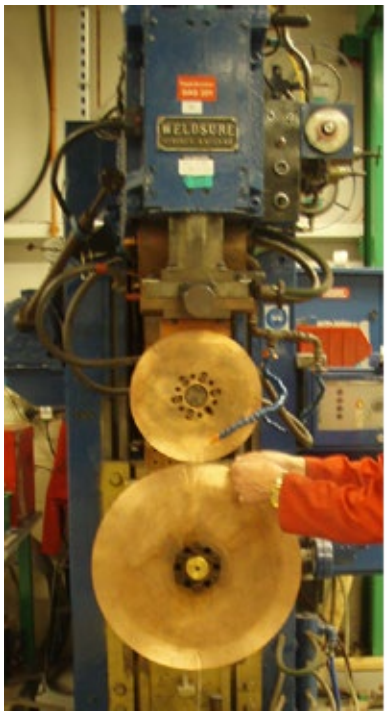
Фигура 7.2 — Преносима окачена машина за точково заваряване



7.3.2 Машина за ролково заваряване

Машината за ролково заваряване се използва за заваряване на парчета метал. Електродите са с форма на дискове и се въртят, докато материалът преминава между тях, при което постепенно се формира ролковият заваръчен шев. Обикновено оборудването работи с ток 7000 A и използва електрозахранване 50 Hz (фигура 7.3).

Фигура 7.3 — Изглед отпред и отстрани на машина за ролково заваряване





7.4 Как се използва оборудването

По време на заваряването операторите на машините за заваряване обикновено стоят прави или са седнали до тях, като най-близо до машината се намират ръцете им. Когато се използва настолна машина за точково заваряване или машина за ролково заваряване, операторът държи материала, който се заварява, което означава, че ръцете му може да са дори на 10 cm от електродите за заваряване. Когато се използва преносима окачена машина за точково заваряване, материалът, който се заварява, е закрепен на място, а операторът стои близо до машината за точково заваряване, за да го придържа. Цялото оборудване за заваряване се намира в цеха заедно с други машини и инструменти, използвани за производство на метални детайли.

7.5 Подход относно оценката на експозицията

Предприятието е разгледало информацията на производителя за всяка част от оборудването. В някои от ръководствата за работа имало указания, че оборудването може да поражда магнитни полета, които представляват опасност за лица с поставен сърдечен стимулатор. Предприятието обаче не намерило никаква информация за степента на тази опасност (напр. на какво разстояние от оборудването съществува опасност) или за нивото на магнитните полета в контекста на стойностите за предприемане на действие, посочени в Директивата за ЕМП. За някои части на по-старото оборудване предприятието изобщо не могло да намери каквато и да било информация от производителя.

Оборудването за заваряване се намира в цеха, до който имат достъп повечето работници и в който могат да влизат външни изпълнители и посетители. Поради това от предприятието решили да направят допълнителна оценка на риска. Поради липсата на каквато и да било допълнителна информация от производителите на оборудването предприятието назначило експерт консултант, който да извърши оценката.

За допълнителната оценка били избрани три различни типа машини за електросъпротивително заваряване, тъй като резултатите биха били показателни за всички опасности, свързани с подобно оборудване в цеха. Консултантът измерил магнитната индукция около оборудването, като използвал измервателен уред с вграден електронен филтър, който дава резултат в процентно изражение, получен по метода на претеглените върхови стойности във времевата област, давайки възможност за директно сравняване със СПД.

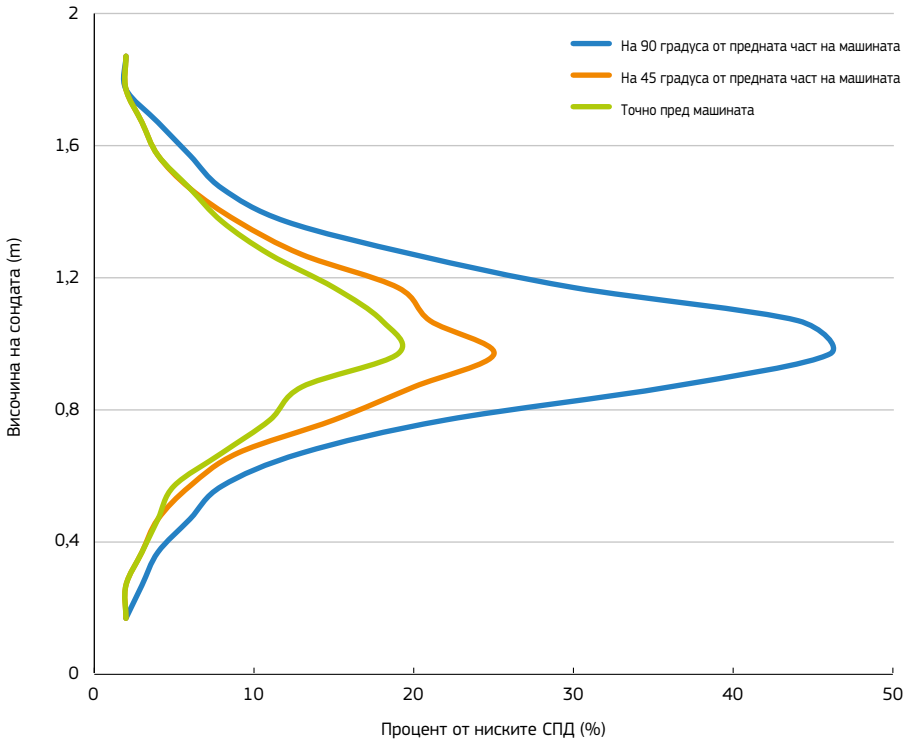
7.6 Резултати от оценката на експозицията

7.6.1 Настолна машина за точково заваряване

Консултантът наблюдавал оператора, докато използва настолната машина за точково заваряване. Установено било, че по време на заваряването главата и торсът на оператора остават на поне 30 cm от електродите и че операторът може да застава отстрани, а не точно пред оборудването. Поради това измерванията били направени в три позиции на 30 cm от електродите — точно пред тях, на 45° от предната част на електродите (от лявата страна) и на 90° от предната част на електродите (от лявата страна). Измерванията във всяка позиция били направени на няколко различни височини.

Установено било, че в никоя от тези потенциални позиции на оператора магнитната индукция не надвишава 50 % от ниските СПД (фигура 7.4).

Фигура 7.4 — Магнитната индукция като процент от ниските стойности за предприемане на действие спрямо височината в позицията на оператора (на 30 cm от електродите).



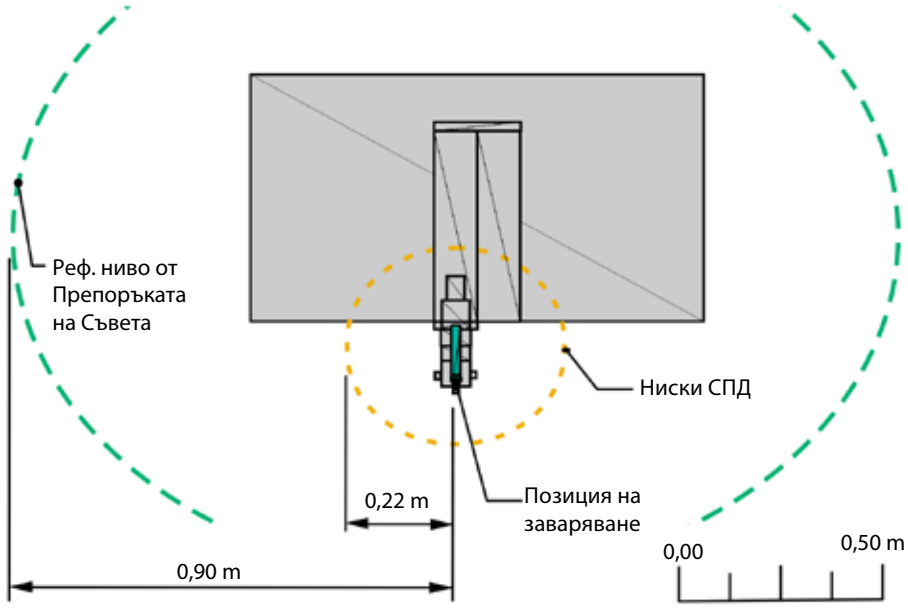
ЗАБЕЛЕЖКА: Преценено е, че неопределеността при измерванията е ±10 % и в съответствие с подхода на „споделен риск“ (вж. Допълнение Г5 към том 1 от ръководството) резултатите са приети като пряк процент от СПД.

Позицията, в която магнитната индукция е била равна на ниските СПД, е на около 22 cm от електродите и на височината, на която електродите влизат в контакт. Зоната, в която ниските СПД могат да бъдат надвишени, е показана на фигура 7.5.

Наблюдавано било, че по време на заваряването ръцете на оператора се намират на поне 10 cm от електродите. В тази позиция магнитната индукция била под 8 % от СПД за електрически ток в крайниците.

Консултантът направил измервания в различни други позиции около оборудването и сравнил резултатите с референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета. Тези стойности могат да се използват като най-общ показател за експозицията на работниците, изложени на специфичен риск (вж. Допълнение Д към том 1 от ръководството). Установено било, че базовите нива могат да бъдат надвишени на разстояние до 1 m от електродите. Тази зона е показана на фигура 7.5 и е представена със зеления контур.

Фигура 7.5 — Изглед отгоре, на който са показани линиите, в които могат да бъдат надвишени ниските стойността за предприемане на действие (в жълто) и референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета (в зелено)

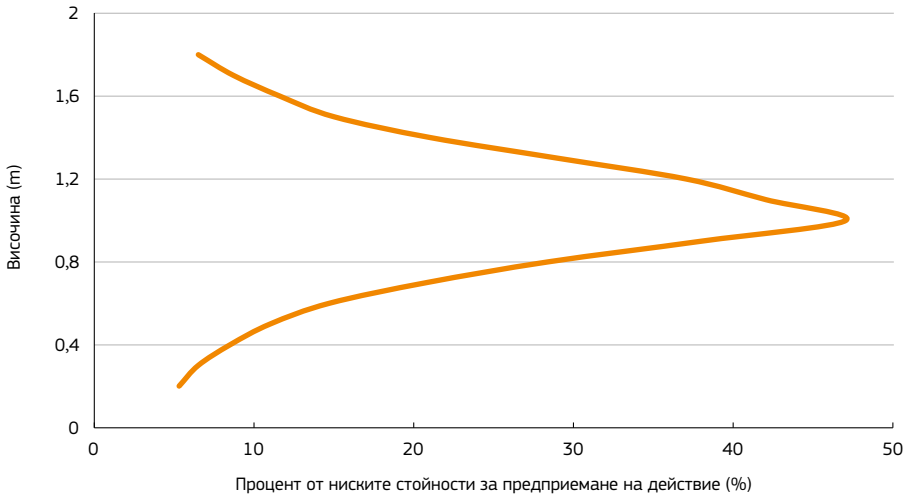


7.6.2 Преносима окачена машина за точково заваряване

По време на заваряването операторът придържа машината. Поради дължината на раменете на електродите (75 cm) операторът стои на около 1 m от върховете им. Измерванията били направени на различни височини в тази позиция.

Резултатът от направеното на най-голяма височина измерване е на височината, на която електродите влизат в контакт (при тази оценка това било на 1 m от пода). Установено било, че в позицията на оператора магнитната индукция не надвишава 50 % от СПД (фигура 7.6).

Фигура 7.6 — Магнитната индукция като процент от високите и ниските стойности за предприемане на действие спрямо височината в позицията на оператора (на 1 m от върховете на електродите).



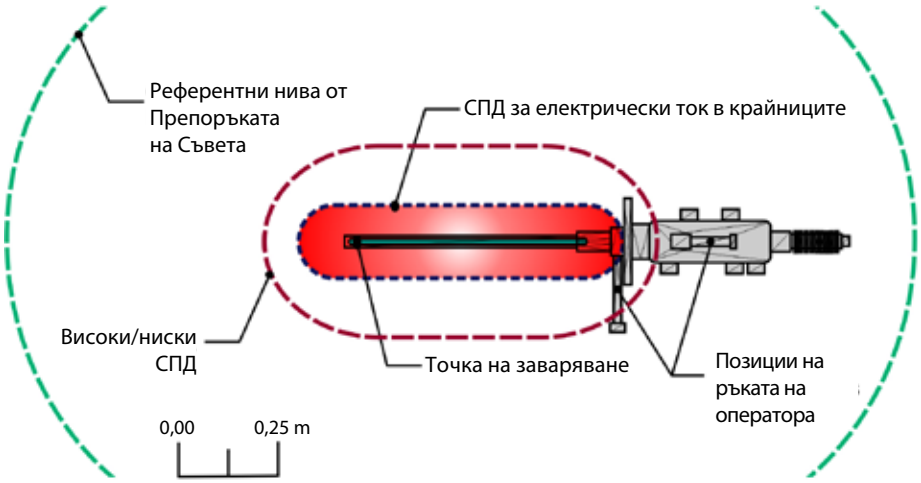
ЗАБЕЛЕЖКА: Преценено е, че неопределеността при измерванията е ±10 % и в съответствие с подхода на „споделен риск“ (вж. Допълнение Г5 към том 1 от ръководството) резултатите са приети като пряк процент от СПД.

Измерванията били направени в позицията на ръката на оператора (фигура 7.2). В тази позиция магнитната индукция била 88 % от СПД за електрически ток в крайниците.

Консултантът направил измервания в различни други позиции около оборудването и сравнил резултатите с референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета. Установено било, че референтните нива могат да бъдат надвишени на разстояние до 1,3 m от оборудването.

Зоните, в които могат да бъдат надвишени СПД за електрически ток в крайниците, ниските и високите СПД и референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета, са показани на фигура 7.7 съответно със син, червен и зелен контур.

Фигура 7.7 — Изглед отгоре, на който са показани линиите, в които около преносимата окачена машина за точково заваряване могат да бъдат надвишени стойностите за предприемане на действие за електрически ток в крайниците (в синьо), високите и ниските стойности за предприемане на действие (в червено) и референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета (в зелено).

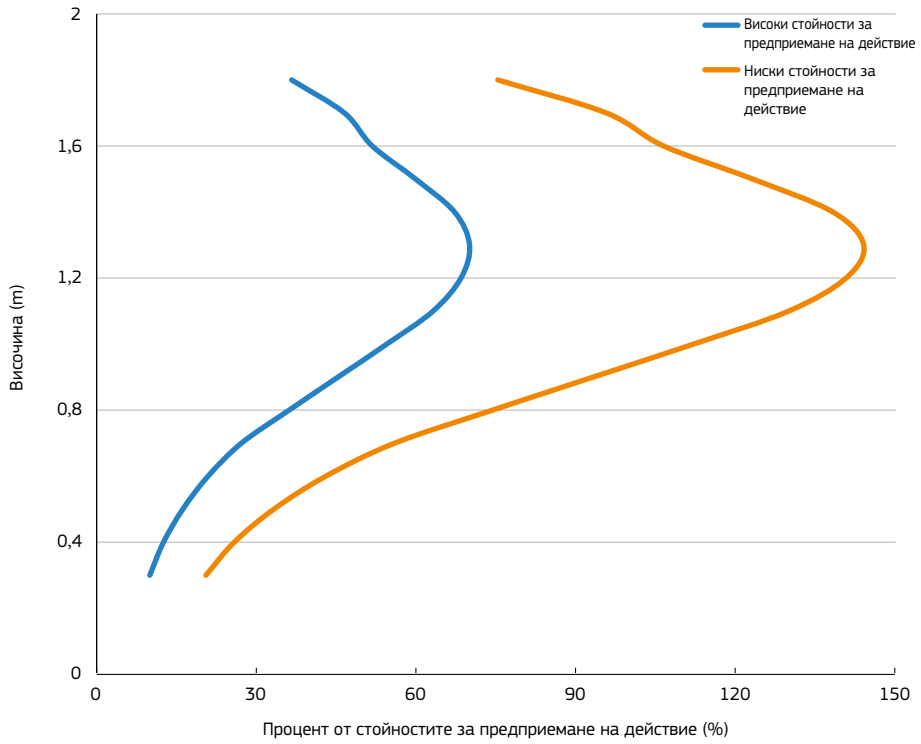


7.6.3 Машина за ролково заваряване

Операторът стои отстрани на оборудването, като по време на заваряване главата и торсът са на поне 50 cm от центъра на електродите. Измерванията били направени на различни височини в тази позиция.

Резултатът от направеното на най-голяма височина измерване е на височината, на която електродите влизат в контакт (на 130 cm от пода). В тази позиция високите СПД не били надвишени; измерена била обаче магнитна индукция приблизително 140 % от ниските СПД (фигура 7.8).

Фигура 7.8 — Магнитната индукция като процент от високите и ниските стойности за предприемане на действие спрямо височината в позицията на оператора (на 50 cm встрани от електродите).



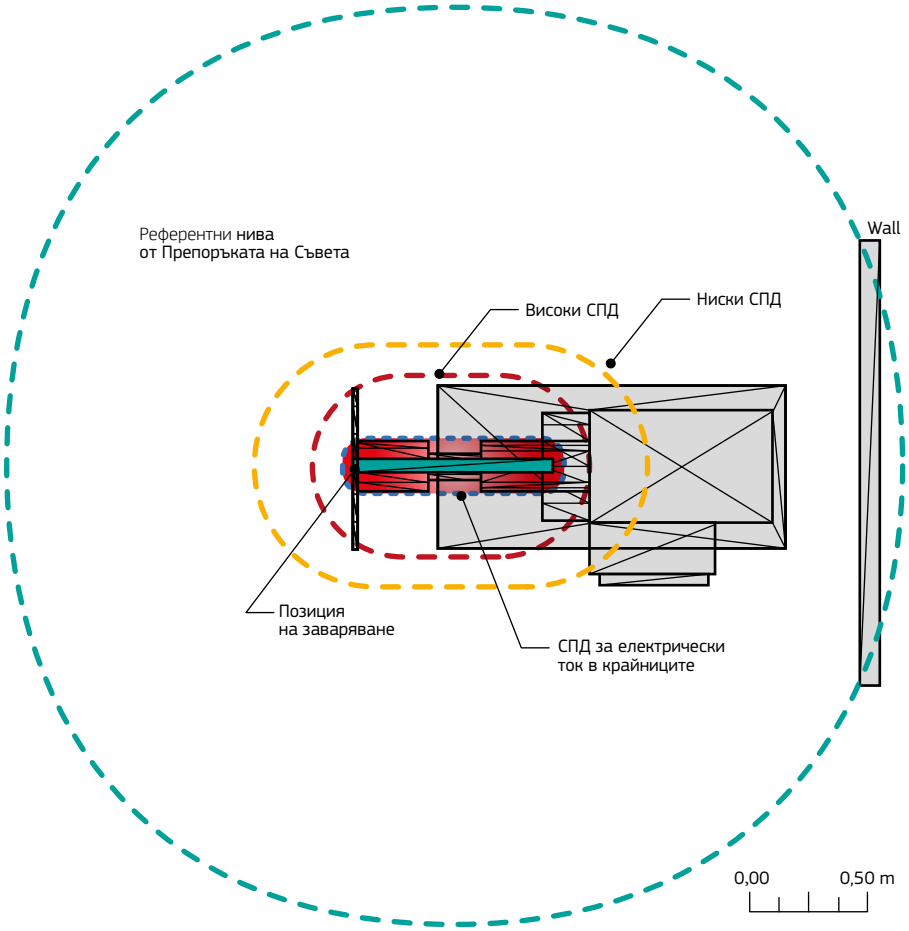
ЗАБЕЛЕЖКА: Преценено е, че неопределеността при измерванията е ±10 % и в съответствие с подхода на „споделен риск“ (вж. Допълнение Г5 към том 1 от ръководството) резултатите са приети като пряк процент от СПД.

Направени били измервания в позицията на ръката на оператора, която е по-близо до електродите (на около 10 cm от точката на заваряване). В тази позиция магнитната индукция била по-малко от 67 % от СПД за електрически ток в крайниците. Все пак било установено, че СПД могат да бъдат надвишени, ако крайниците не се намират встрани, а зад електродите за заваряване.

По подобен начин — както при машината за точково заваряване, консултантът направил измервания в различни други позиции около оборудването и сравнил резултатите с референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета. Установено било, че референтните нива могат да бъдат надвишени на разстояние до 2,45 m от електродите.

Зоните, в които СПД за електрически ток в крайниците, високите и ниските СПД, както и референтните нива, посочени в Препоръката 1999/519/ЕО на Съвета, могат да бъдат надвишени, са показани на фигура 7.9.

Фигура 7.9 — Изглед отгоре, на който са показани линиите, в които около машината за ролково заваряване могат да бъдат надвишени стойността за предприемане на действие за електрически ток в крайниците (в синьо), високите стойности за предприемане на действие (в червено), ниските стойности за предприемане (в жълто) и референтните **нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета (в зелено).**



7.7 Оценка на риска

Предприятието извършило специфични за ЕМП оценки на риска по отношение на оборудването си за заваряване въз основа на разгледаните наръчници за работа и на измерванията, извършени от консултанта (таблици 7.1, 7.2 и 7.3). Те били в съответствие с методиката, препоръчана от OiRA (интерактивната платформа в интернет за оценка на риска на Европейската агенция за безопасност и здраве при работа (EU-OSHA). В оценката на риска се стигнало до заключението, че:

- в обичайната позиция на оператора няма да бъдат надвишени високите СПД и СПД за електрически ток в крайниците;
- ниските СПД могат да бъдат надвишени в позицията на оператора, когато се работи с машина за ролково заваряване;
- референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета, могат да бъдат надвишени около всяка от машините за заваряване.

Въз основа на оценката на риска предприятието разработило и документирало план за действие.

Таблица 7.1 — Специфична за ЕМП оценка на риска по отношение на настолна машина за заваряване

Опасности	Съществуващи превантивни и предпазни мерки	Лица, изложени на риск	Сериозност			Вероятност			Оценка на риска	Нови превантивни и предпазни действия
			Незначителна	Сериозна	Фатална	Слабо вероятно	Възможно	Вероятно		
Преки ефекти на ЕМП: Ниските стойности за предприемане на действие могат да бъдат надвишени на разстояние до 22 cm от електродите Референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета, могат да бъдат надвишени на разстояние до 1 m от електродите	Обичайната позиция на оператора е на повече от 30 cm от електродите, което означава, че ниските стойности за предприемане на действие не би трябвало да бъдат надвишени в позицията на оператора	Оператори Работници, изложени на специфичен риск (бременни работнички)	✓				✓		Нисък	Да се предостави информация и обучение на операторите и другите работници в цеха Върху оборудването да се поставят предупредителни надписи Да се очертае разграничителна линия на пода, която да определя зоната, в която могат да бъдат надвишени реф. нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета На бременните работнички да се забрани да използват оборудването или да преминават разграничителната линия, когато оборудването се използва
Непреки ефекти на ЕМП (ефект върху активни имплантирани медицински изделия) Реф. нива, посочени в Препоръката на Съвета (1999/519/ЕО), могат да бъдат надвишени до 1 m от електродите	Няма	Работници, изложени на специфичен риск		✓			✓		Нисък	На всички работници да се предостави информация за опасността В информацията за безопасна експлоатация на обекта да се включат предупреждения Да се поставят предупредителни и забранителни надписи върху оборудването На работници с поставени АИМИ да се забрани да използват оборудването или да преминават разграничителната линия, когато оборудването се използва

Таблица 7.2 — Специфична за ЕМП оценка на риска по отношение на преносима окачена машина за заваряване

Опасности	Съществуващи превантивни и предпазни мерки	Лица, изложени на риск	Сериозност			Вероятност			Оценка на риска	Нови превантивни и предпазни действия
			Незначителна	Сериозна	Фатална	Слабо вероятно	Възможно	Вероятно		
Преки ефекти на ЕМП: Високите и ниските стойности за предприемане на действия могат да бъдат надвишени на разстояние до 33 cm навън от раменете на електродите Референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета, могат да бъдат надвишени на разстояние до 1,3 m от оборудването	Няма. Все пак зоната, в която се надвишават високите и ниските стойности за предприемане на действие, е установена	Оператори Други работници Работници, изложени на специфичен риск (бременни работнички)	✓				✓		Нисък	Да се предостави информация и обучение на операторите и другите работници в цеха Върху оборудването да се поставят предупредителни надписи Да се очертае разграничителна линия на пода, която да определя зоната, в която могат да бъдат надвишени реф. нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета На бременните работнички да се забрани да използват оборудването или да преминават разграничителната линия, когато оборудването се използва
Непреки ефекти на ЕМП (въздействие върху АИМИ): Референтните нива, посочени в Препоръката на Съвета (1999/519/ЕО), могат да бъдат надвишени до 1,3 m от електродите	Няма	Работници, изложени на специфичен риск		✓			✓		Нисък	На всички работници да се предостави информация за опасността В информацията за безопасна експлоатация на обекта да се включат предупреждения Да се поставят предупредителни и забранителни надписи върху оборудването На работници с поставени АИМИ да се забрани да използват оборудването или да преминават разграничителната линия, когато оборудването се използва

Таблица 7.3 — Специфична за ЕМП оценка на риска по отношение на машина за ролково заваряване

Опасности	Съществуващи превантивни и предпазни мерки	Лица, изложени на риск	Сериозност			Вероятност			Оценка на риска	Нови превантивни и предпазни действия
			Незначителна	Сериозна	Фатална	Слабо вероятно	Възможно	Вероятно		
Преки ефекти на ЕМП: Ниските стойности за предприемане на действие са надвишени в позицията на оператора Референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета, могат да бъдат надвишени до 2,45 m от електродите	Няма	Оператори Други работници Работници, изложени на специфичен риск (бременни работнички)	✓					✓	Нисък	Да се осигури информация и обучение за операторите и другите работници, по-специално по отношение на ефектите за чувствителността и необходимостта да се докладва за всеки случай на такива ефекти Върху оборудването да се поставят предупредителни надписи Да се очертае разграничителна линия на пода, която да определя зоната, в която могат да бъдат надвишени референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета На бременните работнички да се забрани да използват оборудването или да преминават разграничителната линия, когато оборудването се използва
Непреки ефекти на ЕМП (въздействие върху АИМИ): Референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета, могат да бъдат надвишени до 2,45 m от електродите	Няма	Работници, изложени на специфичен риск		✓			✓		Нисък	На всички работници да се предостави информация за опасността В информацията за безопасна експлоатация на обекта да се включат предупреждения Да се поставят предупредителни и забранителни надписи върху оборудването На работници с поставени АИМИ да се забрани да използват оборудването или да преминават разграничителната линия, когато оборудването се използва

7.8 Съществуващи предпазни мерки

Преди оценката чрез измервания, направена от консултанта, не е имало въведени специални предпазни мерки за ограничаване на експозицията на ЕМП.

7.9 Допълнителни предпазни мерки в резултат на оценката

В резултат на оценката чрез измервания и след оценка на свързаните с оборудването рискове, предприятието разработило план за действие и взело решение:

- да предостави на работниците информация относно опасността от ЕМП, свързани с оборудването за заваряване;
- да се очертаят разграничителни линии на пода около оборудването, за да се укаже къде референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета, могат да бъдат надвишени;
- да се забрани на бременни работнички и на работници с поставени АИМИ да използват оборудването за заваряване или да пресичат разграничителните линии;
- да се поставят върху оборудването за заваряване надписи, предупреждаващи за силни магнитни полета, както и забранителни надписи за лица с поставени АИМИ (фигура 7.10);
- да се гарантира, чрез подходящи програми за разгласяване и връзки с изпълнителите, че лицата, които влизат в цеха, са информирани за рисковете.

Фигура 7.10 — Примери за предупредителни надписи за силни магнитни полета и илюстрация на предупредителния символ за лица с поставени АИМИ



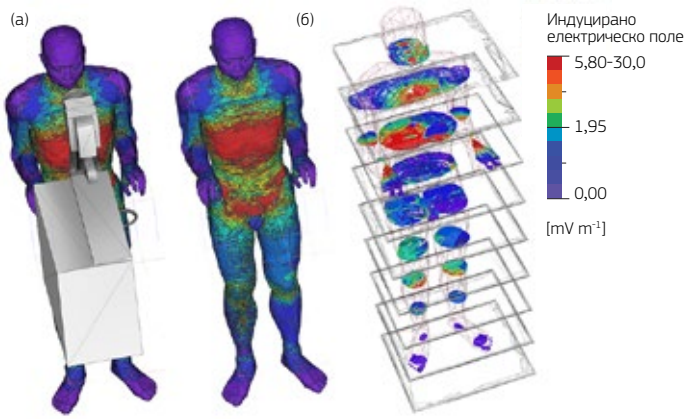
7.10 Посочване на други източници на допълнителна информация

Компютърното моделиране въз основа на резултатите от измерванията около трите машини за заваряване потвърждава, че индуцираните магнитни полета са в съответствие с ГСЕ.

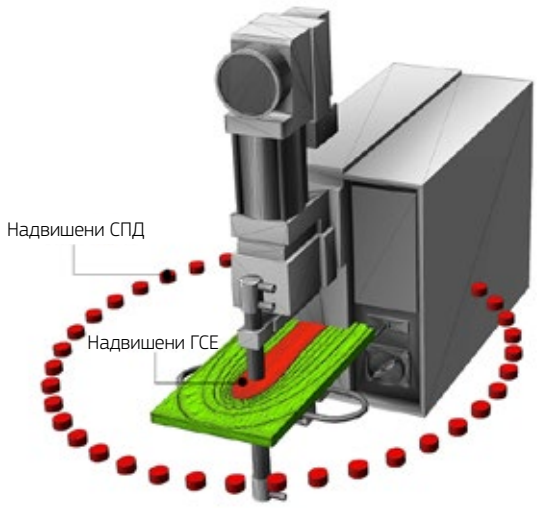
7.10.1 Настолна машина за точково заваряване

За настолната машина за точково заваряване е установено, че експозицията на оператора ще бъде под 1 % от ГСЕ (фигура 7.11). ГСЕ може да бъде надвишена единствено ако тялото се намира в пространството между електродите и корпуса на машината за заваряване или на по-малко от един сантиметър от самите електроди, докато устройството работи (фигура 7.12).

Фигура 7.11 — Разпределение на индуцираното електрическо поле в модел на човешкото тяло, когато торсът е на 20 cm от електродите, като ръцете са на разстояние около 8 cm. На фигурата е показано и пространственото разпределение на максималните вътрешни електрически полета в оператора от експозиция на машина за точково заваряване: а) по повърхността на тялото и б) на различни хоризонтални сечения вътре в тялото.



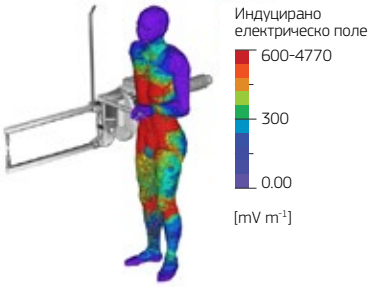
Фигура 7.12 — Линии около настолна машина за точково заваряване, показващи зоните, в които могат да бъдат надвишени ГСЕ по отношение на последиците за здравето (червен участък). Показани са и зоните, в които ГСЕ по отношение на последиците за здравето не е надвишена (зеленият участък и зад него), както и тези, в които могат да бъдат надвишени ниските стойности за предприемане на действие (червените кръгове).



7.10.2 Преносима окачена машина за точково заваряване

За преносимата окачена машина за точково заваряване е установено, че СПД не се надвишават в позицията на оператора. Въпреки това разпределението на индуцираното електрическо поле е показано на фигура 7.13.

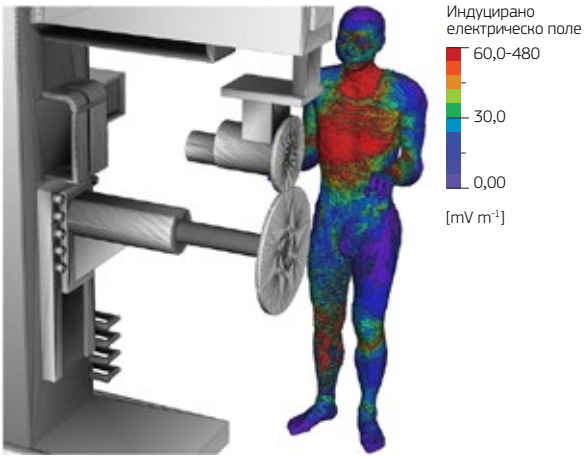
Фигура 7.13 — Пространствено разпределение на максималните индуцирани електрически полета в модел на човешкото тяло при експозиция на преносима окачена машина за точково заваряване



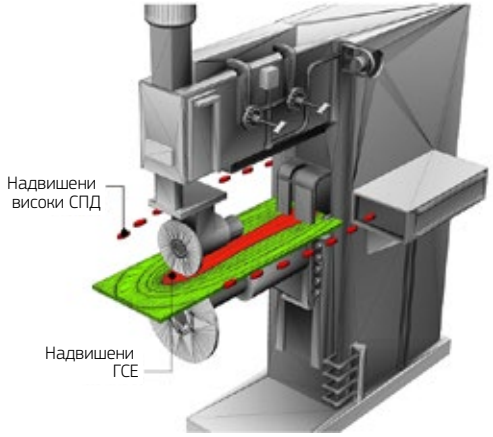
7.10.3 Машина за ролково заваряване

Високите стойности за предприемане на действие са надвишени в позицията на оператора. Компютърното моделиране обаче показва, че експозицията в позицията на оператора е под 50 % от ГСЕ. Разпределението на индуцираното електрическо поле е показано на фигура 7.14. Установено е, че ГСЕ могат да бъдат надвишени единствено ако тялото се намира в пространството между електродите и корпуса на машината за заваряване или на по-малко от 5 cm от самите ролкови електроди, докато устройството работи. Зоната е показана на фигура 7.15.

Фигура 7.14 — Пространствено разпределение на максималните вътрешни електрически полета, индуцирани в модел на човешкото тяло от експозиция на машина за ролково заваряване.



Фигура 7.15 — Линии около машина за ролково заваряване, показващи зоните, в които може да бъде надвишена ГСЕ по отношение на последиците за здравето (червен участък). Показани са и зоните, в които ГСЕ по отношение на последиците за здравето не е надвишена (зеленият участък и зад него), както и тези, в които могат да бъдат надвишени високите стойности за предприемане на действие (червените тирета).



8. МЕТАЛУРГИЧНО ПРОИЗВОДСТВО

В настоящото проучване на конкретен случай източниците на ЕМП включват следното:

- индукционни пещи,
- електродъгови пещи,
- анализатор за въглерод и сяра с вградена малка пещ.

8.1 Работно място

Източниците на ЕМП се използват на различни работни места в завода, в който се произвеждат специални метали и сплави за различни отрасли на промишлеността. Работните места, които представляват интерес, са следните:

- малко съоръжение за производство на сплави,
- съоръжение за производство на феротитан,
- голямо съоръжение за електрическо топене,
- съоръжение с дъгова пещ,
- лаборатория за аналитични услуги.

8.2 Естество на работата

В различни зони на територията на завода се произвеждат метали и сплави, а предприятието извършва и аналитично изследване в лаборатория.

По-голяма част от работата, която е била предмет на проучването на конкретния случай, е включвала ръчно зареждане на пещите и в зависимост от оборудването това често е ставало докато те работят.

Всички работи по поддръжката и ремонта на оборудването са се извършвали само когато то е изключено поради съществуването на други рискове, като например поражение от електрически ток, изгаряния, засягане от подвижни части на машини и т.н.

8.3 Информация за оборудването, което поражда ЕМП, и как се използва то

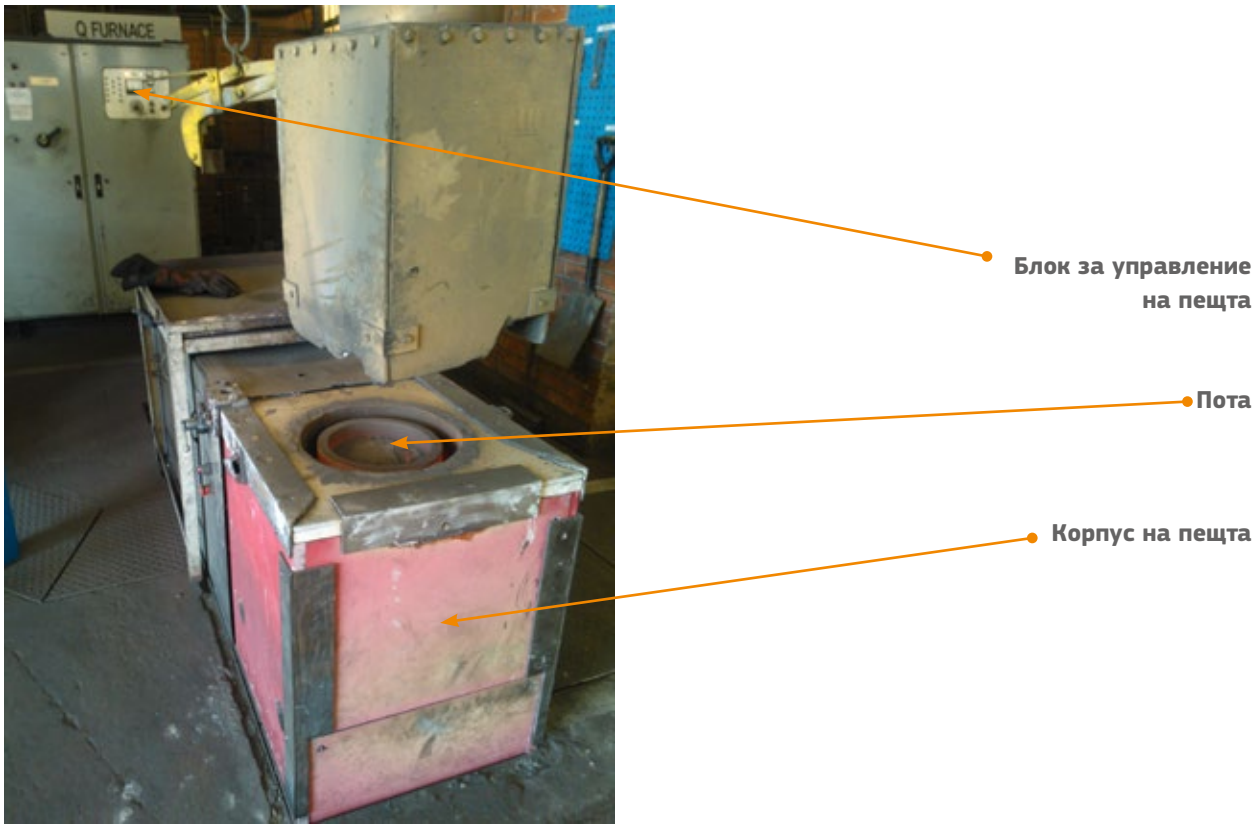
8.3.1 Малко съоръжение за производство на сплави

В съоръжението се произвеждат сплави в малка индукционна пещ (с диаметър около 30 cm). Индукционната пещ работи с честота между 2,4 и 2,6 kHz и мощност между 60 и 160 kW. Пещта е показана на фигура 8.1, методът на работа е описан по-долу:

- в пещта се зарежда пота, съдържаща до 45 kg суровина;
- операторът настройва мощността на 60 kW и пещта се включва, като работи с честота 2,42 kHz;

- за период от около 25 минути мощността автоматично нараства до 160 kW;
- през това време честотата също нараства до 2,6 kHz;
- след около 25 минути операторът намалява мощността на 80 kW;
- след още пет минути операторът изключва пещта и изважда потата.

Фигура 8.1 — Индукционна пещ в малко съоръжение за производство на сплави



8.3.2 Съоръжение за производство на феротитан

В това съоръжение има две индукционни пещи с капацитет 1,5 тона, захранвани от един блок за управление с променлива индуктивна мощност (ПИМ). Пещите работят с честота между 217 и 232 Hz и мощност 600 kW. Потите се зареждат ръчно, обикновено докато пещите работят.

8.3.3 Голямо съоръжение за електрическо топене

В това съоръжение има 10 индукционни пещи, всяка с капацитет 1,5 тона, като всяка от тях работи с честота 50 Hz. Индукционните намотки са вградени в потите, така че да могат да подават мощност и да поддържат метала разтопен при леенето му.

Потите се поставят в повдигната платформа, като най-горната им част е на равнището на платформата, а по време на процеса на топене операторите обикновено зареждат потите ръчно, като ги вземат от платформата. В края на процеса на топене потите са накланят и разтопеният метал се излива.

Пещите работят в обхват на мощността между 70 и 1300 kW. Подаваната към пещите мощност се променя по време на процеса на топене, като към края се намалява, тъй като щом металът бъде напълно разтопен е необходима по-малка мощност, за да се поддържа в разтопено състояние.

Мощността се подава към пещите от трансформатори, разположени в шахти под пещите. Трансформаторите и шините се намират в клетки и достъпът до тях е ограничен посредством система със заключване с блокировка. Блоковете за управление с ПИМ са разположени в помещения за управление върху платформата на пещта.

8.3.4 Съоръжение с дъгова пещ

В съоръжението има две дъгови пещи, които произвеждат никел-бор и никел-хром, като всяка от тях работи с честота 50 Hz. Пещите са с непрекъснато периодично действие и произвеждат около 1 тон продукт на партида. Те се зареждат ръчно и се контролират от залите за управление.

Пещите работят с мощност между 500 и 1000 kW. Трансформаторите и шините, които подават мощност към пещите, са разположени в клетки и достъпът до тях е ограничен посредством система със заключване с блокировка.

8.3.5 Лаборатория за аналитични услуги

В лабораторията се използва настолен анализатор за въглерод и сяра. В анализатора е включена малка пещ 2,2 kW, която работи с честота 18 MHz. Пробите, които операторът зарежда в анализатора, се издигат в средата на намотката на пещта, която е разположена в анализатора на около 10 cm навътре в корпуса. След това към пещта за около една минута се подава мощност, докато се извърши анализът. Тогава пробите се спускат и се изваждат от пещта от оператора. Целият процес — от зареждането на пробите до изваждането им — се осъществява автоматично и не е необходимо операторът да стои в близост до анализатора, докато той работи. Анализаторът е показан на фигура 8.2.

Фигура 8.2 — Анализатор за въглерод и сяра в лаборатория за аналитични услуги



8.4 Резултати от оценката на експозицията

Измерванията за експозиция са направени от експерт консултант с помощта на специализирана апаратура. Поради големия размер на обекта и многобройните работни места, на които може да възникне ЕМП, бил направен първоначален оглед, за да се определят всички зони, в които могат да бъдат надвишени стойностите за предприемане на действие (СПД). След това тези зони са посетени отново и са направени допълнителни, по-подробни измервания, за да може да се изготви план за действие. Всички измервания са направени на достъпни за работниците места и докато оборудването работи.

Измерванията са съсредоточени върху генерираните от оборудването магнитни полета, тъй като има вероятност те в най-голяма степен да допринасят за експозицията на работниците.

При оценяването на експозицията на работници, изложени на специфичен риск, е направено сравнение с референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета (вж. Допълнение Д към том 1 от ръководството).

8.4.1 Малко съоръжение за производство на сплави

Измерванията са направени на различни места около съоръжението по време на процеса на топене. Местата на измерване са:

- близо до пещта;
- близо до блока за управление;
- близо до кабелите, захранващи блока за управление;
- близо до кабелите, преминаващи от блока за управление до пещта;
- в кабината на оператора.

8.4.2 Съоръжение за производство на феротитан

Измерванията са направени на различни места около съоръжението по време на процеса на топене. Местата на измерване са:

- близо до пещите;
- близо до блока за управление с ПИМ;
- близо до кабелите, захранващи блока за управление;
- близо до кабелите, преминаващи от блока за управление до пещта;
- на пулта на оператора.

8.4.3 Голямо съоръжение за електрическо топене

Измерванията са направени на различни места около съоръжението докато пещите работят. Местата на измерване са:

- позициите на операторите, когато зареждат пещите от платформата;
- позициите на операторите, когато работят с механизмите за накланяне на потите;
- близо до потата, докато се накланя;
- помещенията за управление;

- близо до блоковете за управление с ПИМ;
- близо до кабелите, захранващи блоковете за управление;
- близо до кабелите, преминаващи от блоковете за управление до пещите;
- от външната страна на клетките в шахтите за трансформаторите;
- под шините в най-близките възможни за достъп места.

8.4.4 Съоръжение с дъгова пещ

Измерванията са направени на различни места около съоръжението докато пещите работят. Местата на измерване са:

- позициите на операторите докато зареждат пещите;
- помещенията за управление;
- близо до блоковете за управление;
- в най-близките възможни за достъп места около основите на пещите;
- под шините в най-близките възможни за достъп места;
- около клетките на трансформаторите;
- пътеките около пещите.

8.4.5 Лаборатория за аналитични услуги

Измерванията са направени около анализаторите, докато пещта работи. Специално внимание е обърнато на зоната около пещта и на зоната, в която операторът стои докато се осъществява анализът.

8.5 Резултати от оценката на експозицията

8.5.1 Първоначална оценка на експозицията

Резултатите от измерванията на експозицията са сравнени с високите и ниските СПД и с референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета. Когато е установено, че в някоя работна зона СПД са надвишени, са направени допълнителни измервания, за да се определи разстоянието, на което магнитната индукция е равна на 100 % от СПД, така че да може да се вземе решение дали да бъде направена по-подробна оценка въз основа на вероятността от присъствие на хора в зоната, в която СПД са надвишени. Основните констатации от първоначалната оценка на експозицията са обобщени в таблица 8.1.

Таблица 8.1 — Обобщение на основните констатации от първоначалната оценка на експозицията

Работна зона	Оборудване	Зони с най-голяма експозиция и места, гранични със стойности за предприемане на действие (където е уместно)	Част на експозиция (процент)		
			Работна зона	Оборудване	Базови нива от Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета
Малко съоръжение за производство на сплави	Индукционна пещ (2,42 до 2,6 kHz)	На 50 cm от ръба на корпуса на пещта	190 %[1]	190 %[1]	3 500 %[2]
		На 80 cm от ръба на корпуса на пещта	100 %[1]	100 %[1]	1 800 %[2]
Съоръжение за производство на феротитан	Две индукционни пещи (217 до 232 Hz)	Позиция на торса, когато човек стои близо до блока за управление с ПИМ	7,8 %[3]	6,0 %[4]	360 %[5]
Голямо съоръжение за електрическо топене	10 индукционни пещи (50 Hz)	На 30 cm от кабелите до потите по време на накланяне	40 %[3]	6,7 %[6]	400 %[7]
Съоръжение с дъгова пещ	Две дъгови пещи (50 Hz)	Позицията на торса, когато човек стои в най-близката възможна за достъп точка до основата на пещта	70 %[3]	12 %[6]	700 %[7]
Лаборатория за аналитични услуги	Анализатор за въглерод и сяра, вграден в радиочестотна пещ (18 Hz)	На 20 cm от повърхността на корпуса на анализатора	110 %[8]		230 %[9]
		На 22 cm от повърхността на корпуса на анализатора	100 %[8]		220 %[9]

[1] Високи и ниски стойности за предприемане на действие за магнитна индукция при честота от 2,6 kHz: 115 μT
[2] Референтни нива от Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета за честота 2,6 kHz: 6,25 μT
[3] Ниски стойности за предприемане на действие при магнитна индукция в обхвата от 25 до 300 Hz: 1000 μT
[4] Високи стойности за предприемане на действие за магнитна индукция при честота 230 Hz: 1300 μT
[5] Референтни нива от Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета за честота 230 Hz: 21,7 μT
[6] Високи стойности за предприемане на действие за магнитна индукция при честота 50 Hz: 6000 μT
[7] Референтни нива от Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета за честота 50 Hz: 100 μT
[8] Стойности за предприемане на действие за магнитна индукция при честота в обхвата от 10 до 400 Hz: 0,2 μT
[9] Референтни нива от Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета за честоти в обхвата от 10 до 400 MHz: 0,092 μT

ЗАБЕЛЕЖКА: Преценено е, че неопределеността при измерванията е ±10 % и в съответствие с подхода на „споделен риск“ (вж. Допълнение Г5 към том 1 от ръководството) резултатите са приети като пряк процент от СПД.

Резултатите от първоначалната оценка на експозицията предоставили на предприятието следната информация:

- високите и ниските стойности за предприемане на действие се надвишават на разстояние до 80 cm от индукционната пещ в малкото съоръжение за производство на сплави и тази зона е лесно достъпна за работници докато трае процесът на топене;
- СПД се надвишават на разстояние до 22 cm от анализатора за въглерод и сяра в лабораторията за аналитични услуги и никоя част от тялото на работниците не попада в тази зона докато пещта работи;
- референтни нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета, се надвишават на достъпни места във всички подложени на оценка работни зони.

В примера с анализатора за въглерод и сяра зоната, в която СПД се надвишават, е малка и поради това начинът, по който анализаторът работи, гарантира, че няма вероятност работниците да бъдат изложени на електрически или магнитни полета, надвишаващи СПД.

Въз основа на констатациите от първоначалната оценка на експозицията консултантът направил по-подробна оценка на индукционната пещ в малкото съоръжение за производство на сплави.

8.5.2 Подробна оценка на експозицията за индукционната пещ в малкото съоръжение за производство на сплави

Консултантът направил оценка на експозицията, която е включвала коментар за това как се работи с пещта, така че да може да се намери практическо решение на проблема.

Направени са били няколко измервания на магнитната индукция на различни места около пещта. Резултатите от тези измервания са позволили да бъдат определени линиите на СПД и на референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета. Също така са били направени маркировки на пода, за да се обозначи обхватът на зоната, в която СПД са надвишени (фигура 8.3). Основните констатации от подробната оценка на експозицията са обобщени в таблица 8.2. Чертеж в мащаб на пещта, на който са показани линиите на СПД и на референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета, е показан на фигура 8.4.

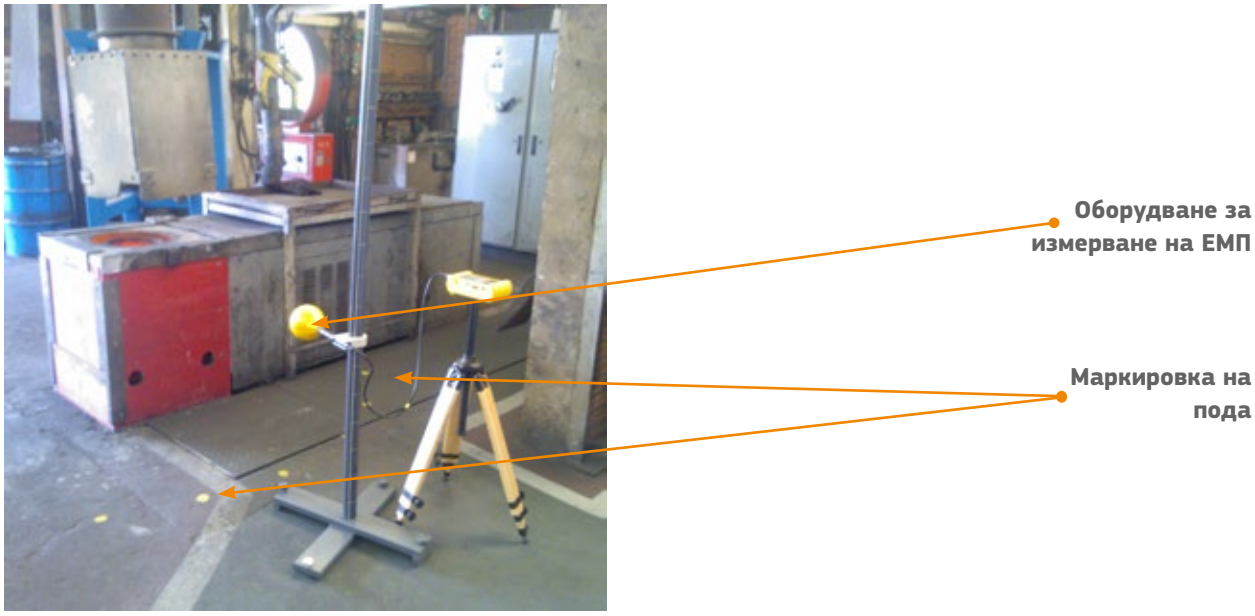
Таблица 8.2 — Обобщение на основните констатации от подробната оценка на експозицията за индукционната пещ в малкото съоръжение за производство на сплави

Място на измерването	Част на експозиция (процент)		
	Високи и ниски стойности за предприемане на действие[1]	СПД за ел.ток в крайниците[2]	Референтни нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета[3]
На 45 cm от ръба на корпуса на пещта (разстояние до СПД за електрически ток в крайниците)	300 %	100 %	5 500 %
На 80 cm от ръба на корпуса на пещта (разстояние до СПД за електрически ток в крайниците)	100 %	33 %	1 800 %
На 300 cm от ръба на корпуса на пещта (разстояние до референтните нива от Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета)	5,24 %	1,8 %	100 %
Позиция на торса, когато човек стои при блока за управление	3,5 %	1,2 %	64 %
На 450 cm от ръба на корпуса на пещта (позиция на торса, когато човек стои в кабината на оператора)	2,0 %	0,67 %	37 %

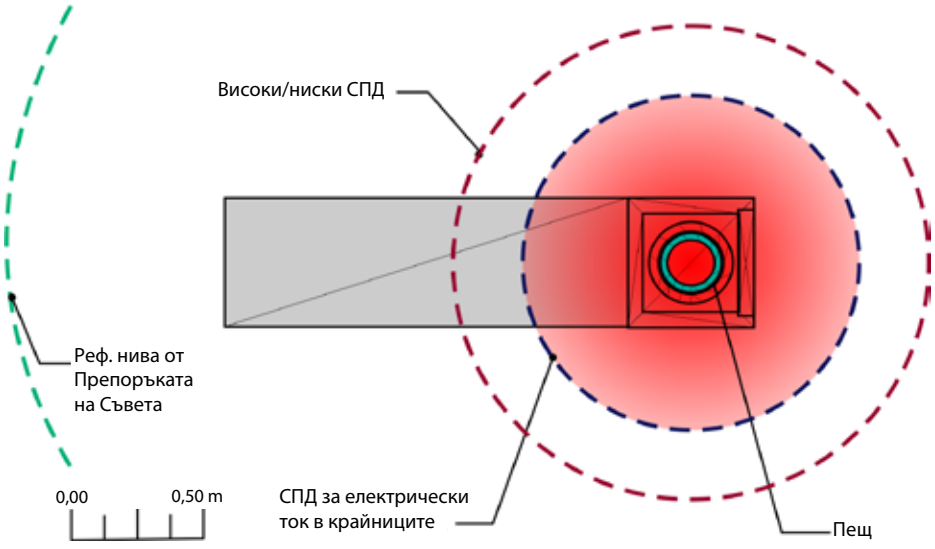
[1] Високи и ниски стойности за предприемане на действие за магнитна индукция при честота 2,6 Hz: 115 μT
[2] Стойност за предприемане на действие за електрически ток в крайниците за магнитна индукция при честота 2,6 Hz: 346 μT
[3] Референтни нива от Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета за честота 2,6 Hz. 6.25 μT

ЗАБЕЛЕЖКА: Преценено е, че неопределеността при измерванията е ±10 % и в съответствие с подхода на „споделен риск“ (вж. Допълнение Г5 към том 1 от ръководството) резултатите са приети като пряк процент от СПД.

Фигура 8.3 — Маркировка на пода, с която се обозначава обхватът на зоната, в която се надвишават високите и ниските стойности за предприемане на действие.



Фигура 8.4. — Изглед отгоре, на който са показани линиите, в които могат да бъдат надвишени стойностите за предприемане на действие и референтните **нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета, около индукционната пещ в малкото съоръжение за производство на сплави.**



Показаните на фигура 8.4 линии са във формата на окръжности с център в средата на пещта. Отбелязано е, че не е необходимо операторът да влиза в зоната на линията за високите и ниските СПД докато пещта работи, тъй като всички действия, за които се изисква достъп до тази зона (зареждане на потата в пещта преди процеса на топене и изваждането ѝ след завършване на процеса на топене), са изпълнени докато пещта е изключена (фигура 8.5). Това показва, че предотвратяването на достъпа до зоната е най-добрият начин за действие с цел ограничаване на експозицията на силни магнитни полета. Отбелязано е обаче, че монтирането на прегради около пещта е невъзможно, тъй като това би създало препятствие и би повишило риска от по-сериозни инциденти, които могат да възникнат докато се работи с потите.

Фигура 8.5 — Заданията, които изискват близък достъп до пещта, се изпълняват докато пещта е изключена.



8.6 Оценка на риска

Въз основа на извършената от консултанта оценка на експозицията предприятието изготвило специфична за ЕМП оценка на риска на обекта по отношение на ЕМП. Тази оценка била в съответствие с методиката, препоръчана от OiRA (интерактивната платформа в интернет за оценка на риска на Европейската агенция за безопасност и здраве при работа (EU-OSHA). В оценката на риска се стигнало до заключението, че:

- за работниците, изложени на специфичен риск, може да съществува опасност във всяка от работните зони на обекта,
- работниците, включително тези, изложени на специфичен риск, имат неограничен достъп до зона, в която СПД са били надвишени в малкото съоръжение за производство на сплави.

В резултат на оценката на риска предприятието разработило план за действие и това е документирано.

Пример за специфична за ЕМП оценка на риска по отношение на обекта е показан в таблица 8.3.

Table 8.3 — Специфична за ЕМП оценка на риска на обект за металургично производство

Опасности	Съществуващи превантивни и предпазни мерки	Лица, изложени на риск	Сериозност			Вероятност			Оценка на риска	Нови превантивни и предпазни действия
			Незначителна	Сериозна	Фатална	Слабо вероятно	Възможно	Вероятно		
Преки ефекти на магнитното поле	Няма	Работници в малкото съоръжение за производство на сплави	✓					✓	Среден	Предотвратяване на достъпа до зона, в която стойностите за предприемане на действие са надвишени Поставяне на подходящи предупредителни надписи в работната зона, в която стойностите за предприемане на действие са надвишени
		Работници в други оценени зони	✓			✓			Нисък	Включване на специални предупреждения при обучението на работниците на обекта
		Посетители	✓				✓		Нисък	Поставяне на подходящи предупредителни надписи за лица, на които са поставени медицински импланти, на местата за достъп до други работни зони
		Работници, изложени на специфичен риск (включително бременни работнички)		✓			✓		Среден	В информацията за безопасна експлоатация на обекта да се включат предупреждения за посетители и изпълнители
Непреки ефекти на магнитното поле (смущения на медицински импланти)	Няма	Работници, изложени на специфичен риск		✓			✓		Среден	Вж. по-горе

8.7 Съществуващи предпазни мерки

Достъпът до трансформаторите и шините към оборудването бил ограничен поради риска от поражение от електрически ток и това също така е осигурявало известно ограничаване на достъпа до потенциално силни магнитни полета, но преди консултантът да изготви оценка на експозицията не е имало съществуващи предпазни мерки, свързани специално с експозицията на ЕМП.

Една от важните констатации е, че СПД не са надвишени в никое от обичайно достъпните места около големите производствени пещи или техните блокове за управление, въпреки значително по-голямата използвана мощност. Това вероятно се дължи на физическия размер на оборудването, което означава, че достъпът до потенциално силни магнитни полета не е бил възможен. Зоните, в които СПД могат да бъдат надвишени, се намират около по-малкото по размер оборудване, просто защото там е възможен по-близък достъп.

8.8 Допълнителни предпазни мерки в резултат на оценката

Въз основа на резултатите от оценката на експозицията предприятието получило възможност да въведе защитни и предпазни мерки, с които да се гарантира, че работниците, включително тези, изложени на специфичен риск, няма да бъдат изложени на ЕМП със стойности, които биха могли да причинят увреждания. Някои допълнителни предпазни мерки са въведени веднага след първоначалната оценка на експозицията. Тези мерки са включвали:

- лица с поставени медицински импланти не са били допускани да влизат в работните зони;
- филмът на предприятието за популяризиране на здравословните и безопасни условия на труд бил актуализиран, за да се включи предупреждение за наличието на силни магнитни полета и предупреждение за лицата с поставени медицински импланти;
- в точките за достъп до съответните работни зони били поставени предупредителни надписи, включващи пиктограми за „магнитно поле“ и „забранено за лица с медицински импланти“, заедно с подходящ текст (фигура 8.6).

След по-подробната оценка на експозицията били въведени и допълнителни мерки за защита и превенция:

- на пода около индукционната пещ в малкото съоръжение за производство на сплави била нанесена маркировка, за да се обозначи зоната, в която са надвишени СПД (фигура 8.7), а работниците били инструктирани да не влизат в тази зона, когато пещта работи;
- в близост до индукционната пещ били поставени предупредителни надписи, включващи пиктограмата за „силно магнитно поле“ и пиктограми за забрана, както и подходящ текст (фигура 8.7).

Фигура 8.6 — Пример за предупредителни надписи, поставени в точките за достъп до работните зони



Фигура 8.7 — Маркировка на пода и съответен предупредителен надпис за обозначаване на зоната, в която могат да бъдат надвишени стойностите за предприемане на действие.



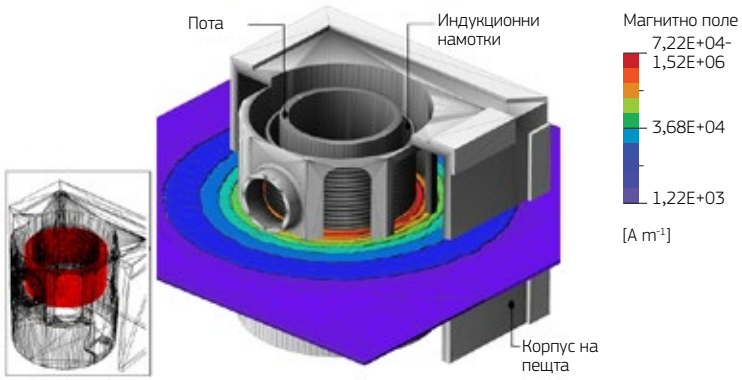
8.9 Посочване на други източници на допълнителна информация

От съображения за пълнота от предприятието се консултирали с експерт, който да направи компютърно моделиране на потенциалната експозиция по отношение на ГСЕ за работник, който стои в защрихованата зона, докато пещта в малкото съоръжение за производство на сплави работи.

Компютърното моделиране е направено, за да се оценят вътрешните електрически полета в тялото на оператор, който стои близо до работещата пещ. Параметрите за моделирането били зададени с определени стойности, така че моделът да генерира интензитет на магнитното поле, сходен на този, който е получен по време на измерванията за оценка на експозицията.

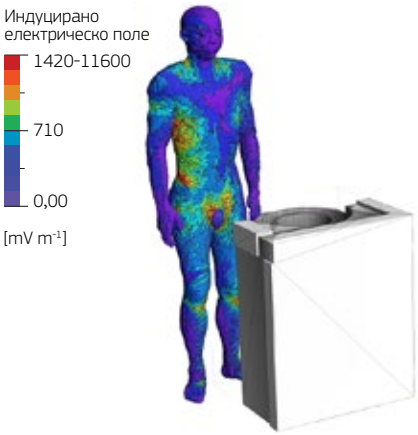
Пространственото разпределение на генерираното от модела магнитно поле в равнината x—y около индукционната пещ е показано на фигура 8.8. Изчислените стойности за полето са съответствали добре на измерените стойности по време на оценката на експозицията и отново са показали, че макар интензитетът на магнитното поле да е относително висок в близост до индукционната намотка на пещта, стойностите намаляват много бързо с увеличаване на разстоянието.

Фигура 8.8 — Пространствено разпределение на генерираното от модела магнитно поле в равнината *x*—*y* около сечение на индукционната пещ. Индукционната намотка е показана в червено (на малката фигура).



Направени били изчисления за вътрешните електрически полета, индуцирани в тялото на работник, който стои на разстояние 65 cm от центъра на индукционната пещ. Разпределението на индуцираното електрическо поле в модел на човешкото тяло е показано на фигура 8.9. Най-високата изчислена стойност за електрическо поле в тялото при тези условия на експозиция била 916 mVm-1 (в костната тъкан). Това представлява 83 % от ГСЕ по отношение на последиците за здравето при 2,43 kHz.

Фигура 8.9 — Пространствено разпределение на максималните вътрешни електрически полета, индуцирани в модел на човешкото тяло от експозиция на индукционната пещ.

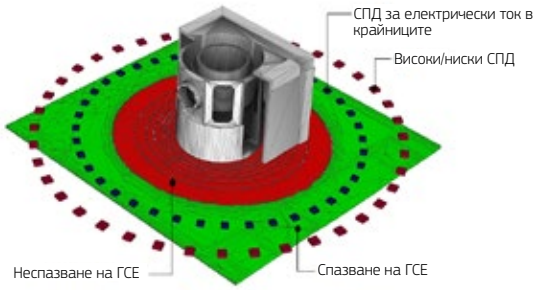


Може да се определи зона, в която ГСЕ по отношение на последиците за здравето може да бъде надвишена при експозиция на индукционната пещ, като се направят моделирания на експозиция с помощта на модел на човешкото тяло на различни разстояния от пещта.

Установено било, че ГСЕ ще бъде надвишена единствено ако тялото се намира в радиус от около 60 cm от центъра на пещта, докато тя работи. Тази област е показана в приблизителни размери в червено на фигура 8.10. Показани са също и зоните, в които могат да бъдат надвишени СПД (фигура 8.4).

При условие че пещта е монтирана в корпус с размери приблизително 63 cm x 63 cm (т.е. стената е на разстояние 31,5 cm от центъра на пещта), за да бъде надвишена ГСЕ, тялото на работника би трябвало да се намира толкова близо до корпуса на пещта, че това е счетено за слабо вероятен сценарий на експозиция. Това е дало увереност на предприятието, че оцветеният под е подходяща предпазна мярка.

Фигура 8.10 — Линии около индукционната пещ, показващи области, в които може да бъде надвишена ГСЕ по отношение на последиците за здравето (червена зона). Показани са и области, в които ГСЕ по отношение на последиците за здравето не е надвишена (зелената зона и извън нея), както и области, в които могат да бъдат надвишени стойностите за предприемане на действие (сините и червените квадрати).



9. РАДИОЧЕСТОТНИ (РЧ) ПЛАЗМЕНИ УСТРОЙСТВА

Радиочестотните плазмени устройства обикновено се използват при изработването на полупроводникови изделия и производството на интегрални схеми. Използват се и в други сектори за почистване на оптични компоненти, за спектроскопски приложения и изследвания. Настоящото проучване на конкретен случай се отнася за радиочестотни плазмени устройства, използвани в процеса на производство на полупроводникови пластини в помещения с чиста среда. Работодателят имал притеснения относно потенциалната опасност за работник с поставен сърдечен стимулатор, който се готви да се върне на работното си място. Производителят на сърдечния стимулатор предоставил на работодателя данни за безопасните пределни стойности за експозиция на изделието на електромагнитни полета.

9.1 Естество на работата

Работата на лицето с поставен сърдечен стимулатор обикновено включва зареждане на полупроводниковите пластини в радиочестотните плазмени устройства и работа с тези устройства (фигура 9.1).

Фигура 9.1 — Зона за зареждане на платки



Фигура 9.2 — Реакторни камери в обслужващата зона



9.2 Информация за оборудването, което поражда ЕМП

Радиочестотните плазмени устройства на това работно място обикновено представляват радиочестотен източник и вакуумна реакторна камера (фигура 9.2). В някои устройства на обекта има няколко радиочестотни източника и/или няколко реакторни камери. Генерираното радиочестотно поле се използва за създаване и поддържане на плазмен разряд, който служи за осъществяването на такива процеси като ецване, отлагане и сваляне на покритие от полупроводниковата пластина в камерата. Генерираните радиочестоти могат да са в обхват от няколкостотин kHz до няколко GHz. Най-често използваните честоти са 400 kHz, 13,56 MHz и 2,45 GHz.

При този тип устройства радиочестотното поле обикновено е екранирано от корпуса на оборудването и от метална реакторна камера. Пропускането на радиочестотно лъчение е възможно, когато има пролуки в корпуса на оборудването, например разместени или неправилно сглобени панели, липсващи винтове, дефектни кабелни съединители или повреди по гъвкавите вълноводи. Всички пролуки в реакторната камера или вълноводите може да се забележат чрез загубата на вакуум. При някои камери има прозорци за наблюдение с предпазни (Фарадееви) екрани; липса или повреда на екраните може да доведе до пропускане на радиочестотно лъчение.

В някои от устройствата има също така силни магнити, което води до създаване на статични магнитни полета.

9.3 Как се използва оборудването

Лицето с поставен сърдечен стимулатор обикновено остава в производствената зона на помещението с чиста среда, където се използва оборудването и се зареждат полупроводниковите пластини. Реакторните камери и радиочестотните генератори за всяка съответна част от оборудването се намират в зоната на обслужване. Този работник може да влиза в зоната на обслужване, но няма да се занимава с обслужването или поддръжката на оборудването.

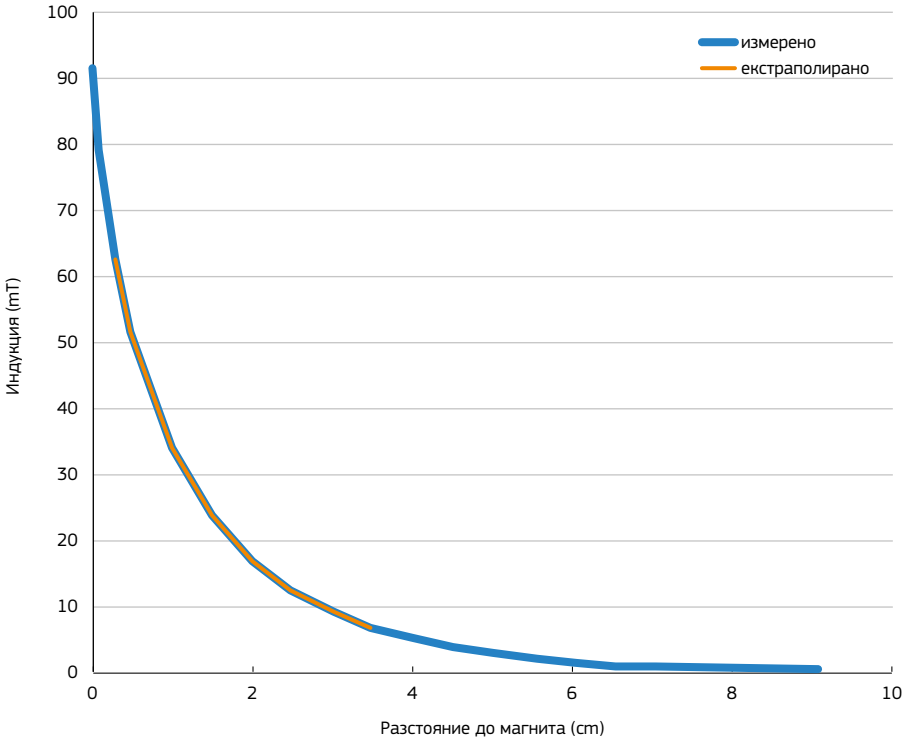
9.4 Подход относно оценката на експозицията

Има възможност да се направят измервания на електромагнитните полета около оборудването. За това обаче ще бъдат необходими услугите на експерт консултант, който използва специализирана апаратура. Поради използваните различни честоти ще бъдат необходими множество измервателни устройства. Освен това измерванията на полетата с междинна честота (напр. 400 kHz и 13,56 MHz) ще трябва да се направят в близката зона на полето. Електрическите и магнитните полета ще трябва да се измерят поотделно. При високите честоти (2,45 GHz) измерванията обикновено трябва да се правят в далечната зона на полето. В такива условия електрическите и магнитните полета се разпространяват като електромагнитна вълна и затова по-често се измерва само електрическото поле. Магнитното поле може да се подразбира, тъй като двете са свързани.

Като първа стъпка за оценка на експозицията работодателят се свързал с производители на радиочестотни плазмени устройства, за да поиска информация относно потенциалното пропускане на радиочестотни полета от оборудването и за разстоянието, на което това може да представлява опасност.

Един от производителите предоставил графика (фигура 9.3) за илюстрация как стойността на статичното магнитно поле намалява с увеличаване на разстоянието от силните магнити, монтирани в устройствата, и информирал работодателя, че на разстояние 10 cm от магнитите индукцията ще спадне под 0,5 mT.

Фигура 9.3 — Графика, на която е показано как магнитната индукция намалява с разстоянието



Производителят на сърдечния стимулатор предоставил данни за безопасните пределни стойности при различни източници на електромагнитни смущения (таблица 9.1) Работодателят забелязал, че стойността за статичните магнитни полета е посочена в гауси и ще трябва да се преобразува в милитесли съгласно Директивата за ЕМП.

Таблица 9.1 — Данни за безопасните пределни стойности, предоставени от производителя на сърдечния стимулатор (пределните стойности се отнасят специално за конкретния сърдечния стимулатор, поставен на работника)

Източник на ЕМИ	Пределна стойност за интензитет на електромагнитното поле (еф.ст-т)
Промишлена честота (50/60 Hz)	10 000 V/m (6000 V/m; извън номиналната)
Висока честота (150 kHz и нагоре)	141 V/m
Статични магнитни полета (DC)	10 гауса
Модулирани магнитни полета	80 A/m до 10 kHz и 1 A/m за повече от 10 kHz

Работодателят не успял да получи информация от производителя относно радиочестотните полета и затова решил да назначи консултант, който да направи някои измервания около избрани радиочестотни плазмени устройства.

9.5 Резултати от оценката на експозицията

Работодателят преобразувал съответните пределни стойности, предоставени от производителя на сърдечния стимулатор (таблица 9.1), в същите единици, които са използвани в Директивата за ЕМП (таблица 9.2). Сравняването на резултатите от измерването с тези пределни стойности показва, че пределните стойности за сърдечния стимулатор не са били надвишени около радиочестотното устройство за плазмено ецване.

Таблица 9.2 — Пределни стойностите за сърдечния стимулатор

Честота	Пределна стойност
Електрически полета, 150 kHz и повече	141 Vm^{-1}
Статични магнитни полета (DC)	1 mT
Магнитни полета над 10 kHz	1,25 μT

Получените резултати от измерванията са посочени подробно в таблиците по-долу. На таблица 9.3 са показани резултатите от измерванията, направени около радиочестотно устройство за плазмено ецване, което работи с 400 kHz. Направени са измервания около цялото устройство, но максималните нива на електрически и магнитни полета са установени около местата на фугите в корпуса, с който е ограден радиочестотният генератор. Резултатите от измерването показват, че стойностите за предприемане на действие (СПД), посочени в Директивата за ЕМП, не са надвишени.

Таблица 9.3 — Резултати от измерванията около радиочестотно устройство за плазмено ецване

Позиция	Честота	Магнитна индукция (μT)	Стойности за предприемане на действие (μT)	Интензитет на електрическото поле (Vm^{-1})	Стойности за предприемане на действие (Vm^{-1})
Шкаф на радиочестотен генератор	400 kHz	0,05	5	0,06	610

ЗАБЕЛЕЖКА: Преценено е, че неопределеността при измерванията е ± 2,7 dB и в съответствие с подхода на „споделен риск“ (вж. Допълнение Г5 към том 1 от ръководството) резултатите са сравнени директно със СПД.

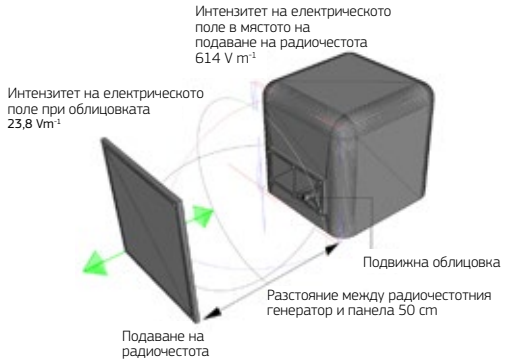
На таблица 9.4 са показани резултатите от измерванията, направени около устройство за физическо отлагане на пари (ФОП), което работи с 13,56 MHz. Резултатите от измерванията показват, че СПД, посочени в Директивата за ЕМП, както и пределните стойности за сърдечния стимулатор от таблица 9.3, са надвишени близо до мястото на подаване на радиочестотата в камерата. Последните две позиции на измерване са показани на фигура 9.4.

Таблица 9.4 — Резултати от измерванията около устройството за ФОП

Позиция	Честота на генератора	Магнитна индукция (μT)	Стойности за предприемане на действие (μT)	Интензитет на електрическото поле (Vm^{-1})	Стойности за предприемане на действие (Vm^{-1})
Горна повърхност на камерата	13,56 MHz	0,04	0,2	10	61
Под камерата, близо до мястото на подаване на радиочестота в камерата	13,56 MHz	2	0,2	614	61
Позиция на подвижната облицовка, разположена на 0,5 m от мястото на подаване на радиочестота.	13,56 MHz	0,08	0,2	24	61

ЗАБЕЛЕЖКА: Преценено е, че неопределеността при измерванията е ± 2,7 dB и в съответствие с подхода на „споделен риск" (вж. Допълнение Г5 към том 1 от ръководството) резултатите са сравнени директно със СПД.

Фигура 9.4 — Позиция на измерванията, направени близо до мястото на подаване на радиочестота в устройството за ФОП



9.6 Оценка на риска

По отношение на статичните магнитни полета около магнитите е установено, че СПД от 0,5 mT може да бъде надвишена за експозиция на активни имплантирани медицински изделия на разстояние до 10 cm от магнитите. Въпреки това производителят на сърдечния стимулатор е предоставил на работодателя по-малко ограничителна пределна стойност от 1 mT (таблица 9.2), която е валидна за конкретния сърдечен стимулатор. Поради това работодателят е използвал тази пределна стойност при оценката на риска. Въз основа на графиката, предоставена от производителя на оборудването (фигура 9.3), пределната стойност за сърдечния стимулатор от 1 mT може да бъде надвишена на разстояние по-малко от 10 cm от магнитите (преценено на около 6 cm).

По отношение на радиочестотните електромагнитни полета е установено, че посочените от производителя на сърдечния стимулатор пределни стойности, както и СПД, могат да бъдат надвишени близо до мястото за подаване на радиочестота в камерата на устройството за ФОП. На 0,5 m от мястото на подаване на радиочестота стойностите спаднали под пределните за сърдечния стимулатор и под СПД.

Както за статичните магнитни полета, така и за радиочестотните полета на кратко разстояние стойностите на полето спаднали под пределните за сърдечния стимулатор и под СПД.

Въз основа на тази информация работодателят изготвил специфична за ЕМП оценка на риска (таблица 9.5), за да се определят рисковете както за лицето с поставен сърдечен стимулатор, така и за другите работници, като е използвана методиката, препоръчана от OiRA (интерактивната платформа в интернет за оценка на риска на Европейската агенция за безопасност и здраве при работа (EU-OSHA).

Вследствие на оценката на риска работодателят решил, че няма да бъдат необходими промени в изпълняваните от лицето с поставен сърдечен стимулатор задължения; човекът не участва в поддръжката на оборудването, така че няма причина да бъде в зоните (много близо до оборудването), в които пределните стойности за сърдечния стимулатор могат да бъдат надвишени. Решено било, че няма нужда да се забранява достъпът до зоната на обслужване, тъй като силните полета са строго локализирани. Оценката на риска обаче показва, че трябва да се обръща внимание на други работници (напр. техници по обслужването) и на изпълнители, на които може да са поставени активни имплантирани медицински изделия.

9.7 Съществуващи предпазни мерки

Работодателят направил оглед на оборудването и прегледал процедурите на предприятието и установил, че вече съществуват следните предпазни мерки:

- има поставени предпазни прегради около местата на подаване на радиочестота в камерите, за да се предотврати достъпът до тези зони (за измерването на устройството за ФОП предпазните прегради били махнати);
- предприятието гарантира, че всяко закупено оборудване е добре проектирано. Например прозорците за наблюдение са подходящо екранирани, за да се ограничи експозицията на радиочестотното поле.

Таблица 9.5 — Специфична за ЕМП оценка на риска по отношение на радиочестотни плазмени устройства

Опасности	Съществуващи превантивни и предпазни мерки	Лица, изложени на риск	Сериозност			Вероятност			Оценка на риска	Нови превантивни и предпазни действия
			Незначителна	Сериозна	Фатална	Слабо вероятно	Възможно	Вероятно		
Преки ефекти на ЕМП: Стойностите за предприемане на действие могат да бъдат надвишени близо до мястото за подаване на радиочестота в зоната на обслужване	Панел, поставен на устройството за ФОП, който не позволява достъп до зоната, в която могат да бъдат надвишени стойностите за предприемане на действие	Оператори Техници по поддръжката	✓			✓			Нисък	Предоставяне на информация и обучение за техниците по поддръжката и операторите Върху оборудването да се поставят подходящи предупредителни надписи
Непреки ефекти на ЕМП (ефект върху активни имплантирани медицински изделия) Пределните стойности за сърдечния стимулатор могат да бъдат надвишени близо до постоянните магнити и близо до мястото за подаване на радиочестота в зоната на обслужване	Панел, поставен на устройството за ФОП, който не позволява достъп до зоната, в която са надвишени пределните стойности за сърдечния стимулатор Полетата, надвишаващи пределните стойности за сърдечния стимулатор около постоянните магнити, са строго локализирани	Работници, изложени на специфичен риск		✓		✓			Нисък	На всички работници да се предостави информация за опасността В информацията за безопасна експлоатация на обекта да се включат предупреждения Върху оборудването да се поставят подходящи предупредителни и забранителни надписи

9.8 Допълнителни предпазни мерки в резултат на оценката

В резултат на оценката на риска работодателят решил да въведе допълнителни предпазни мерки, които включват:

- поставяне на предупредителни надписи за силни магнитни полета/силни радиочестотни полета (според случая), както и забранителни надписи за лица с поставени активни имплантирани медицински изделия (АИМИ), върху оборудването, в което има силни магнити, и върху подвижните панели, от които се открива достъп до потенциални високи нива на радиочестотни полета (фигура 9.5);

Фигура 9.5 — Примери на предупредителни надписи за силни магнитни и силни радиочестотни полета и илюстрация на забранителния символ за лица с поставени АИМИ



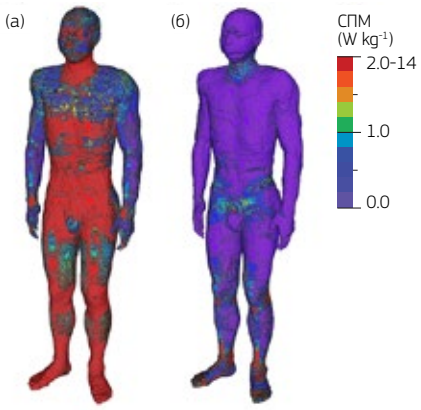
- предоставяне на информация, включително резултатите от оценката на риска, на лицето с поставен сърдечен стимулатор и на службата по трудова медицина, обслужваща предприятието;
- гарантиране, чрез подходящи програми за разгласяване и връзки с изпълнители, други работници и посетители, които влизат в цеха, че ще бъдат информирани за рисковете;
- гарантиране, че работниците са информирани, че оборудването не трябва да работи със свалени панели и че всички повреди по корпуса на оборудването, вълноводите и екранираните прозорци трябва да бъдат докладвани на ръководителя.

9.9 Допълнителна информация

Резултатите от измерването са използвани като база за компютърно моделиране на експозицията на работник по отношение на граничните стойности на експозиция (ГСЕ), посочени в Директивата за ЕМП (фигура 9.5). Моделирането показва, че ГСЕ могат да бъдат надвишени близо до мястото за подаване на радиочестота, средната специфична погълната мощност (СПМ) за цялото тяло била 211 % от ГСЕ за топлинния стрес в цялото тяло, а върховата стойност за локална СПМ, усреднена за 10 g съседна маса в крайниците, била 147 % от ГСЕ за топлинния стрес в крайниците. ГСЕ за локалния топлинен стрес в главата и торса не била надвишена; върховата стойност за локална СПМ, усреднена за 10 g съседна маса в главата и торса, била 89 % от ГСЕ за локалния топлинен стрес в главата и торса.

На 0,5 m от мястото на подаване на радиочестота било установено, че измереният интензитет на електрическото поле е по-нисък от СПД и следователно, както се очаквало, моделирането показало, че стойностите на СПМ за цялото тяло и на локалната СПМ са много по-малки от ГСЕ (по-малко от 0,5 %).

Фигура 9.6 — Разпределение на СПМ в тялото на работник а) около мястото за подаване на радиочестота и б) около подвижната облицовка, на 50 cm от радиочестотния генератор.



10. АНТЕНИ НА ПОКРИВА

10.1 Работно място

Покривите на сградите често се използват като удобни конструкции за монтиране на различни далекосъобщителни антени, чиито оператори се възползват от увеличената височина и подобрената пряка видимост. Настоящото проучване на конкретен случай се отнася за такава сграда (фигура 10.1), чиято собственост наскоро била прехвърлена. Новият собственик имал желание да спази законовото си задължение и да подложи на оценка всички рискове за работниците на покрива.

Фигура 10.1 — Секторни антени за мобилни телефони и свръхвисокочестотни параболични антени на покрива на асансьорното помещение.



10.2 Естество на работата

Работници трябва да имат достъп до покрива, за да правят различни огледи на сградата и да извършват различни работи по поддръжката. Това може да включва: чистачи на прозорци, изпълнители на покривни конструкции, техници за сервиз на климатичната инсталация, застрахователни инспектори и монтажници на антени. Последната група може да са получили подробно обучение по безопасност при радиочестотно лъчение и да са снабдени с лични аларми за експозиция, но за другите групи има вероятност да не са преминали обучение и съответно да имат малко познания по тези въпроси.

Добра практика би било операторите да спазват принципа на „безопасната позиция“, когато монтират антени. Това означава антените да бъдат разположени по такъв начин, че работници, които се намират на нормалното за излизане на покрива ниво, да не могат да навлязат случайно в забранената зона на антената. Забранената зона на антената е зоната в близост до антената, където експозицията може да надвишава референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета.

Забранената зона на антената трябва да бъде достъпна само за работници, снабдени със средства за качване, като стълби или скелета. Когато работниците трябва да получат достъп до забранената зона, може да е необходимо антената да бъде изключена. Ако забранената зона на дадена антена трябва да засяга участък от покрива, на който се стои, този участък трябва да бъде маркиран.

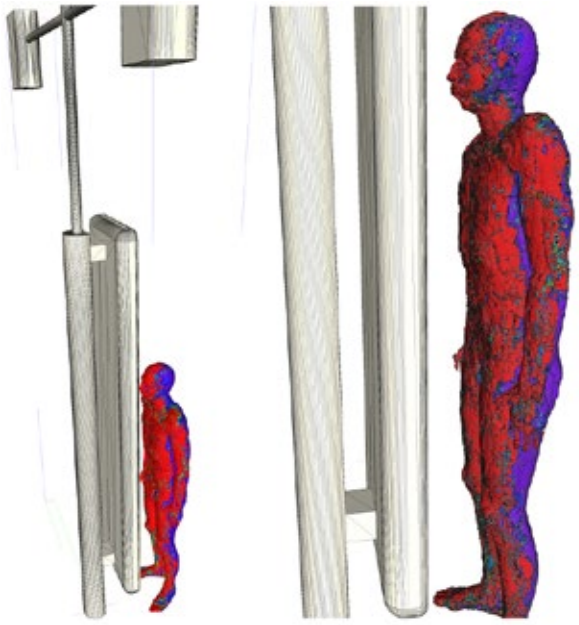
10.3 Информация за оборудването, което поражда ЕМП

Монтираните на покривите антени обикновено се свързват с такива на мобилните далекосъобщителни системи, включително базови станции за мобилни телефони и пейджърна система. Освен секторни антени, базовата станция за мобилни телефони включва също така линия за предаване на данни от точка до точка. Собственикът бил наясно, че различните видове антени пораждат различни степени на опасност и най-общо казано, че:

- секторните антени за мобилни телефони (800—2 600 MHz) могат да представляват опасност до няколко метра в посока напред и в по-малка степен встрани и назад (фигура 10.2);
- свръхвисокочестотните параболични антени (10—30GHz), каквито има в базовите станции за мобилни телефони, обикновено не представляват значителна опасност;
- диполните и колинеарните (гъвкави) антени (80—400 MHz) могат да представляват опасност на един или два метра около антената.

Последният случай е илюстриран чрез компютърно моделиране на полувълнов симетричен вибратор, работещ на 400 MHz (фигура 10.3). На таблица 10.1 е показано, че при увеличаване на излъчваната мощност от 25 W на 100 W и после на 400 W, ГСЕ по отношение на последиците за здравето се надвишават на нарастващи разстояния от антената.

Фигура 10.2 — Разпределение на специфичната погълнатата мощност (СПМ) в тялото на работник, който се намира в близост до предавателна секторна антена за мобилни телефони.



Фигура 10.3 — Разпределение на специфичната погълнатата мощност (СПМ) в модел на човешкото тяло при експозиция на 25 W-ва полувълнов симетричен вибратор, на 20 cm от торса. На малката фигура: на 1 cm от торса. И в двата случая изчислените стойности за СПМ са по-малки от съответните ГСЕ по отношение на последиците за здравето.

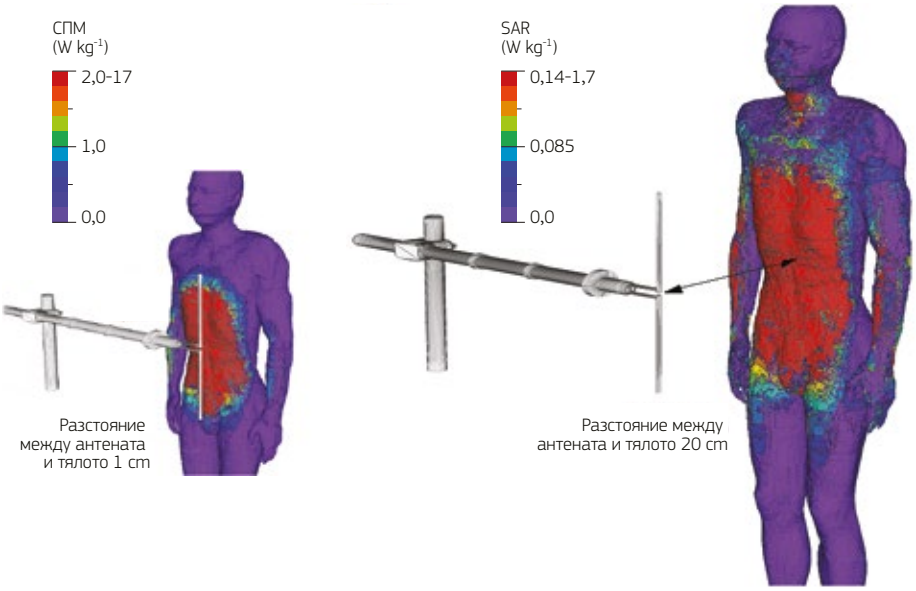


Таблица 10.1 — Стойности от компютърно моделиране за специфична погълнатата мощност за цялото цяло (СПМЦТ) и върхова стойност за локална СПМ, усреднена за 10 g съседна маса (СПМ10g съседна), за полувълнов симетричен вибратор 5 W, 25 W, 100 W и 400 W. Стойностите за СПМ, надвишаващи съответната ГСЕ относно последиците за здравето, са изписани в червено.

Разстояние (cm)	Моделирана СПМ (Wkg^{-1})							
	5 W антена		25 W антена		100 W антена		400 W антена	
	СПМЦТ	СПМ$_{10g\ съседна}$	СПМЦТ	СПМ$_{10g\ съседна}$	СПМЦТ	СПМ$_{10g\ съседна}$	СПМЦТ	СПМ$_{10g\ съседна}$
0,1	0,0225	1,61	0,113	8,05	0,450	32,2	1,80	129
1	0,0194	1,28	0,0968	6,38	0,387	25,5	1,55	102
2	0,0168	1,04	0,0840	5,18	0,336	20,7	1,34	82,8
4	0,0133	0,715	0,0663	3,58	0,265	14,3	1,06	57,2
6	0,0110	0,525	0,0548	2,63	0,219	10,5	0,876	42,0
8	0,00945	0,406	0,0473	2,03	0,189	8,12	0,756	32,5
10	0,00845	0,332	0,0423	1,66	0,169	6,63	0,676	26,5
12	0,00770	0,272	0,0385	1,36	0,154	5,44	0,616	21,8
14	0,00725	0,234	0,0363	1,17	0,145	4,68	0,580	18,7
16	0,00690	0,208	0,0345	1,04	0,138	4,16	0,552	16,6
18	0,00670	0,163	0,0335	0,815	0,134	3,26	0,536	13,0
20	0,00660	0,177	0,0330	0,883	0,132	3,53	0,528	14,1

ГСЕ относно последиците за здравето за честоти в обхвата от 100 kHz до 6 GHz за усреднена СПМ за цялото тяло: 0,4 Wkg^{-1} и за локална СПМ в главата и торса, усреднена за 10 g съседна тъкан: 10 Wkg^{-1}

10.4 Как се използва оборудването

Оборудването е автоматизирано и се управлява дистанционно от оператори. Базовата станция за мобилни телефони регулира изходната си мощност според трафика на осъществяваните разговори, като зависи от максимална стойност, зададена в условията за лицензиране на радиочестотния спектър. Това затруднява собственика на сградата да предвиди действителната мощност във всеки момент. Изходните честоти също са определени в условията за лицензиране на честотния спектър.

Промени по инсталирането и инцидентни работи по поддръжката се извършват от подизпълнители, определени от операторите.

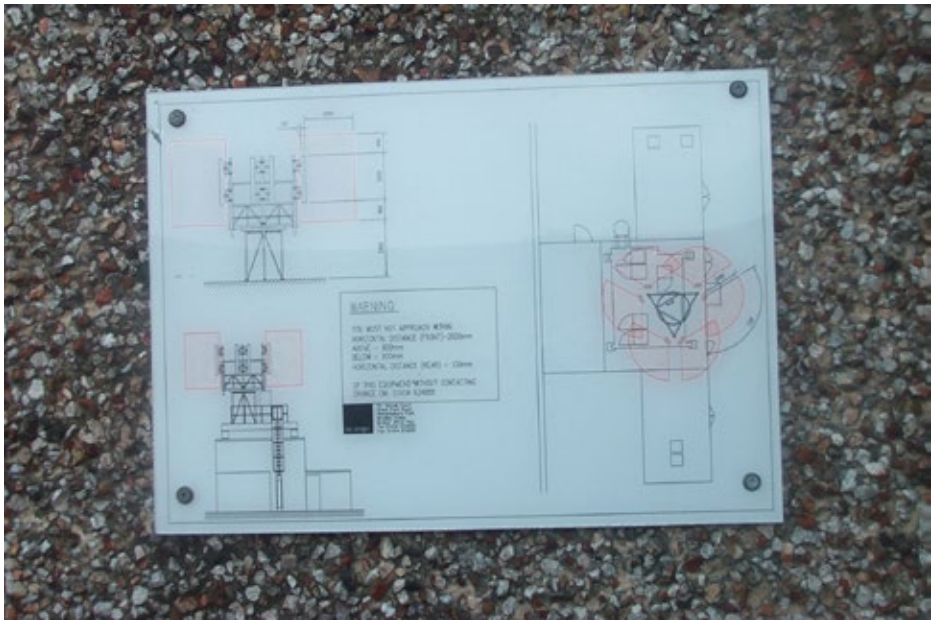
10.5 Подход относно оценката на експозицията

За подробна теоретична оценка на експозицията се изисква информация за няколко фактора, включително вида на антената, характеристиките на излъчването (напр. честота, излъчвана мощност, параметри на сигнала, коефициент на запълване, брой на каналите на предаване), позицията на работника в полето на лъчение, продължителността на експозицията, както и допълнителното действие на други източници.

Възможно е също така да се направят измервания за експозицията на покрива, макар че за това биха били необходими услугите на експерт консултант, който използва специализирана апаратура. Собственикът знаел, че евтина апаратура може да се наеме или купи по интернет, но че тя може и да не даде надежден резултат и може да е чувствителна към сигнали, различни от тези, които представляват интерес. Собственикът знаел също, че използването на услугите на консултант ще струва скъпо и ще даде представа за положението с експозицията само в момента на измерванията.

Вместо това той направил основен оглед на покрива, за да види и определи антените и техните оператори, като ги отбелязал върху скица на покрива. След това се свързал с операторите и от тях било поискано да дойдат на място, за да идентифицират своите антени и да предоставят съответната информация за безопасността. Освен това собственикът прегледал дневника на посетителите, за да види кой е имал достъп до покрива, и се опитал да определи според вида на работата къде е работил всеки от тях. С помощта на тази информация били определени местата, в които е възможно работниците да имат достъп до опасни полета или забранени зони (фигура 10.4). Добра практика е работниците да не се доближават близо до излъчващи антени и да бъдат евентуално изложени на по-високи от стойностите за предприемане на действие (СПД), като те със сигурност не трябва да докосват излъчващи антени.

Фигура 10.4 — Чертеж, на който е показан размерът на забранените зони на покрива



10.6 Резултати от оценката на експозицията

В резултат на визуалния оглед и контакта с операторите собственикът изготвил досие със съответната информация за безопасността, което впоследствие било предоставено на разположение на работниците по покрива. То включвало подробен опис по антени на следната информация: вид на антената (напр. секторна антена, свръхвисокочестотна параболична антена, шлейфвибратор), оператор, местоположение (позиция, височина, ориентация), работни параметри, размер на забранената зона, дата на монтиране (таблица 10.2).

Таблица 10.2 — Опис на антените на покрива, съставен от собственика

Вид на антената	Оператор	Местоположение на покрива	Работни параметри	Забранена зона	Дата на монтиране
Секторни антени за мобилни телефони (6 изключени)	Vodafone	Желязорешетъчен стълб на покрива на асансьорното помещение ниво 6 m 0°, 120°, 240°	Честота 2110-2170 MHz Мощност 56 dBm на сигнал 85° широчина на снопа Усилване 17 dBi	2,5 m отпред 0,25 m отзад 0,3 m отгоре и отдолу	юни 2006 г.
0,3 m свръхвисокочестотна параболична антена	Vodafone	Монтажна мачта на покрива на асансьорното помещение ниво 5,5 m 220°	Честота 26 GHz Мощност 3 mW 1° широчина на снопа Усилване 44,5 dBm	Няма	юни 2006 г.
Шлейфвибратор	Пейджър Telecom	Близо до пътеката при входа на покрива ниво 2 m	Честота 138 MHz Мощност 100 W Ненасочена Усилване 2,15 dBm	2,5 m навсякъде около антената	Неизвестна

10.7 Оценка на риска

Собственикът знаел за изискването да се оценят всички рискове за работниците, които имат достъп до покрива (те може да включват най-общ риск от подхлъзване, спъване и падане; от дим от комини, изходни тръби и отдушници; както и от електромагнитни полета). За планиране на последователността на процеса била ползвана методиката, препоръчана от OiRA (интерактивната платформа в интернет за оценка на риска на Европейската агенция за безопасност и здраве при работа (EU-OSHA), като при подготовката за оценката била установена цялата налична информация, предоставена от оператора или производителя на всяка антена. Количествена информация за напрегнатостта на електрическото поле на антената или принципни схеми, в които е показан обхватът на забранените зони, дали възможност на собственика да направи оценка на степента на риска. Когато достъпното поле надвишава СПД, било необходимо да се изготви и изпълни план за действие за справяне с рисковете.

Пример за специфична за ЕМП оценка на риска е показан в таблица 10.3.

Таблица 10.3 — Специфична за ЕМП оценка на риска по отношение на антени на покрива

Опасности	Съществуващи превантивни и предпазни мерки	Лица, изложени на риск	Сериозност			Вероятност			Оценка на риска	Нови превантивни и предпазни действия
			Незначителна	Сериозна	Фатална	Слабо вероятно	Възможно	Вероятно		
Преки ефекти на радиочестотното поле	Заключена врата към покрива и контрол на ключа	Чистачи на прозорци	✓				✓		Нисък	Преместване на антената за пейджърната система (шлейфвибратор) далече от пътеката Поставяне на механични ограничители, за да се гарантира, че платформите за почистване на прозорците не могат да се издигнат пред секторните антени Изготвяне на писмена процедура за безопасност, която всички работници трябва да прочетат (и подпишат) преди да им бъде разрешен достъп до покрива
	Предупредителни и забранителни надписи	Строители на покриви	✓				✓		Нисък	
	Секторните антени са монтирани на най-високите места на асансьорното помещение, а съответните забранени зони са недостъпни	Техници за сервизно обслужване на климатичната инсталация	✓				✓		Нисък	
	Стълбата, с която се стига до покрива на асансьорното помещение, е заключена	Застрахователни инспектори	✓				✓		Нисък	
	Свръхвисокочестотните параболични антени са монтирани високо на стълбове и сноповете на излъчване са недостъпни.	Монтажници на антени	✓				✓		Нисък	
		Работници, изложени на специфичен риск (бременни работнички)	✓				✓		Нисък	
Непреки ефекти на радиочестотното поле (смущения на медицинско електронно оборудване)	Вж. по-горе	Работници, изложени на специфичен риск		✓		✓			Нисък	Вж. по-горе. Предупреждение за лицата с поставени електронни медицински изделия в писмената процедура за безопасност

10.8 Съществуващи предпазни мерки

Направеният от собственика оглед на покрива разкрил следното:

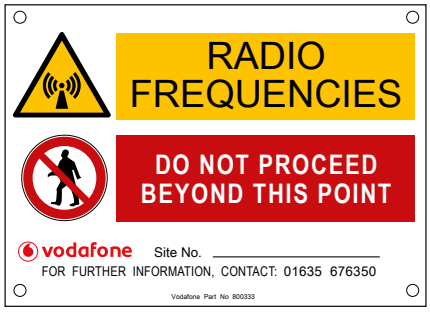
- вратата към покрива е заключена и ключът се контролира от управителя на охраната на сградата; на вътрешната страна на вратата е поставен надпис, предупреждаващ за наличието на радиочестотни антени (фигура 10.5а);
- секторните антени за мобилни телефони са монтирани на най-високите части на асансьорното помещение и съответните забранени зони са недостъпни; поставени са предупредителни надписи върху монтажните мачти (фигура 10.5б) и върху корпусите на антените (фигура 10.5в);
- стълбата, по която се стига до покрива на асансьорното помещение, е заключена и е поставено предупреждение (фигура 10.5г);
- свръхвисокочестотните параболични антени са монтирани на високи стълбове и сноповете им на излъчване са недостъпни. (Във всеки случай собственикът има писмено свидетелство от оператора, че няма забранени зони).

Фигура 10.5 — Предупредителни надписи

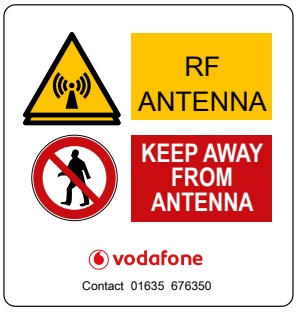
а) върху вратата към покрива



б) върху монтажната мачта на антената



в) върху корпуса на антената



г) върху стълбата към покрива на асансьорното помещение



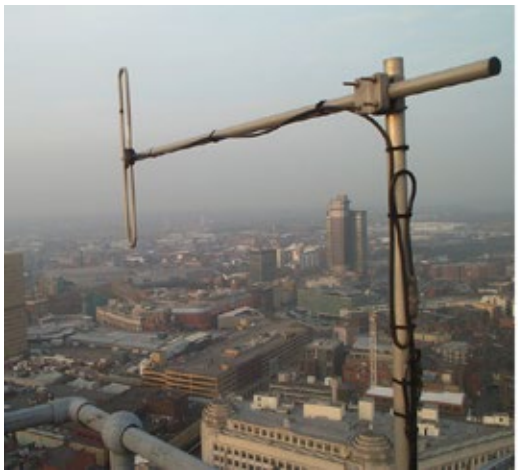
10.9 Допълнителни предпазни мерки в резултат на оценката

Собственикът не бил доволен от някои неща в начина, по който се стопанисват инсталациите на покрива, и решил да въведе допълнителни предпазни мерки, включително:

- да поиска от оператора на пейджърната система да премести съответният шлейфвибратор далече от пътеката (фигура 10.6а) и да постави предупредителен надпис (фигура 10.6б);
- да се постави механичен ограничител, за да се гарантира, че платформите за почистване на прозорци не могат да се изкачват на нивото пред секторните антени (фигура 10.6в);
- да се изготви писмена процедура за безопасност, която всички работници трябва да прочетат (и подпишат) преди да им бъде разрешен достъп до покрива. Това включва планове за действие в извънредни ситуации за логично предвидими злополуки и инциденти.

Фигура 10.6

а) пейджърна антена твърде близо до пътеката



б) новият предупредителен надпис



в) платформата за почистване на прозорци вече не може да се издига на нивото пред антените



11. НОСИМИ РАДИОСТАНЦИИ

11.1 Работно място

Настоящото проучване на конкретен случай се отнася за малко строително предприятие, чиито работници се намират на строителни обекти. Техническият ръководител на обекта чул за новата Директива за ЕМП и бил загрижен дали работниците ще трябва да вземат предпазни мерки, когато използват радиостанциите.

11.2 Естество на работата

На обекта работниците общуват помежду си с помощта на носими радиостанции, за които се използва услуга на честота 446 за нелицензирани частни мобилни радиокомуникации (фигура 11.2). Устройствата са на разположение за ползване от всички работници на обекта.

Фигура 11.1 — Работник на обекта, използващ радиостанция



След като разгледал инструкциите на производителя, техническият ръководител на обекта установил, че носимите устройства работят на честота около 446 MHz. В инструкциите и в ЕО Декларацията за съответствие (фигура 11.2) обаче липсвала информация относно ефективната излъчена мощност (ERP) или за подходящи начини за ползване.

След като потърсил в интернет, техническият ръководител на обекта намерил информация от регулатора на услугата, в началото на която се казвало, че радиокомуникационното оборудване за PMR 446 трябва да бъде носимо, да има вградена антена, да е с максимална излъчвана мощност 500 mW и да е в съответствие със стандарта ETS 300 296“.

Фигура 11.2 — ЕО Декларация за съответствие, предоставена с устройството

EC Declaration of Conformity

We the manufacturer / Importer

Declare under our sole responsibility that the following product

Type of equipment: Private Mobile Radio

Model Name: _____

Country of Origin: _____

Brand:

complies with the essential protection requirements of R&TTE Directive 1999/5/EC on the approximation of the laws of the Council Directive 2004/108/EC on the approximation of the laws of the Member States relating to e*lectromagnetic compatibility (EMC)* and the European Community Directive 2006/95/EC relating to *Electrical Safety*.

Assessment of compliance of the product with the requirements relating to the essential requirements according to Article 3 R&TTE was based on Annex III of the Directive 1999/105/EC and the following standards:

EMC&RF:

EN 301-489-5 V1.3.1:(2002-08)
EN 301-489-1 V1.8.1:(2008-04)

EN 300-296-1 V1.1.1:(2001-03)
EN 300-296-2 V1.1.1:(2001-03)
EN 300-341-1 V1.3.1(200012)
EN 300-341-2 V1.1.1(200012)

Electrical Safety:

EN 60950-1:2006



Waste electrical products must not be disposed of with household waste. This equipment should be taken to your local recycling centre for safe treatment.

The product is labelled with the European Approval Marking CE as show. Any Unauthorized modification of the product voids this Declaration.

Manufacturer / Importer
(signature of authorized person)

CE

Signature: ( ) London, _____

Signature: Place & Date: 8th Aug, 2010

11.3 Как се използва оборудването

Не е проведено обучение на работниците за използване на оборудването. Техническият ръководител на обекта направил неофициално проучване за позицията при използване, при което се установило, че радиостанциите се държат или пред, или встрани от лицето. Освен това било заявено, че комуникацията между работниците е кратка, обикновено не повече от няколко десетки секунди при всяко предаване.

11.4 Подход относно оценката на експозицията

При оценяването на експозицията от предавателите, намиращи се близо до тялото, съответствието с ГСЕ трябва да се определи с помощта на компютърно моделиране. В най-добрия случай това би следвало да се направи от производителя. Ако обаче няма налична такава информация, оценката може да се направи чрез използване на публикувана информация за подобни устройства. (Добре е също така да се провери в таблица 3.2 в глава 3 на том 1 от ръководството, за да се види дали оборудването не се счита за априори съвместимо с Директивата за ЕМП).

11.5 Резултати от оценката на експозицията

След телефонни обаждания до правителствени агенции техническият ръководител на обекта бил информиран за публикувани данни от компютърно моделиране, осъществено за подобно устройство, което работи на подобни честоти (Dimbylow et al.). Моделирането показало, че максималната специфична погълнатата мощност (СПМ) за 10 g съседна тъкан е 3,9 Wkg-1 на всеки ват изходна мощност при всички възможни позиции за работа близо до лицето.

За да се оцени спрямо ГСЕ по отношение на последиците за здравето за локална експозиция в главата при тази честота (10 Wkg-1), експозицията трябва да бъде усреднена за 6 минути. Тъй като провежданите разговори са двупосочни, техническият ръководител на обекта приел максимален коефициент на запълване при предаване 50 %. От данните от моделирането техническият ръководител на обекта успял да стигне до заключението, че за да се надвиши ГСЕ, ще бъде необходимо устройство с ефективна излъчена мощност над 5 W.

Липсвала предоставена информация от производителя за ефективната излъчвана мощност на радиостанциите, но регулаторният орган вече бил определил, че устройствата не трябва да надвишават изходна мощност от 0,5 W. Следователно техническият ръководител на обекта можел да стигне до заключението, че по отношение на последиците за здравето експозицията от устройствата няма да надвиши ГСЕ, посочени в Директивата за ЕМП.

11.6 Оценка на риска

Резултатите от оценката на експозицията показват, че по отношение на последиците за здравето използването на радиостанциите с малък обхват няма да доведе до надвишаване на съответните ГСЕ, посочени в Директивата за ЕМП. Съществува обаче вероятност да има смущение на поставени или носени от работници медицински изделия. Всички работници с поставени медицински изделия следва да бъдат подложени на индивидуална оценка на риска, при която могат да се определят и приложат всички предпазни мерки, препоръчани от медицинските им консултанти.

11.7 Съществуващи предпазни мерки

Не е имало съществуващи предпазни мерки.

11.8 Допълнителни предпазни мерки в резултат на оценката

Техническият ръководител на обекта решил да въведе няколко прости мерки:

- с работниците е проведен кратък инструктаж, в който е обяснено кога и как да използват радиостанциите, както и кои са препоръчителните позиции, в които да се държи устройството;
- от заварените работници било поискано да съобщят дали са изложени на специфичен риск, като например да имат поставен сърдечен стимулатор;
- на всички новопостъпили работници вече се прави скрининг, за да се разбере дали са изложени на специфичен риск.

12. ЛЕТИЩА

В настоящото проучване на конкретен случай източниците на ЕМП включват следното:

- летищен обзорен радар,
- ненасочен радиофар,
- далекомерно оборудване.

12.1 Работно място

Радарът, ненасоченият радиофар (NDB) и далекомерното оборудване се използват на международно летище, обслужващо пътнически и товарни самолети. Работните места на летището, които представляват интерес, са следните:

- кабината на радарното оборудване, в която се помещава радиочестотният (РЧ) генератор,
- стоманорешетъчна кула, върху която е монтирана радарната антена,
- кулата за ръководство на въздушното движение,
- кабината на ненасочения радиофар, в която се помещава радиочестотният генератор,
- отделението, в което се намират антените на ненасочения радиофар,
- летищната противопожарна служба, която се намира близо до ненасочения радиофар,
- кабината на далекомерното оборудване, в която се помещава радиочестотният генератор,
- зоната около кабината на далекомерното оборудване, на която е монтирана антената.

12.2 Естество на работата

12.2.1 Радар

Основната част от работата по радара се осъществява от техниците по въздушното движение в кабината на оборудването. От тези работници понякога се иска да осъществят някои работи по антената. Други работници в кулата за ръководство на въздушното движение, която се намира на разстояние около 80 m от радара и на почти същата височина, също биха могли да са изложени на радиочестотно лъчение от антената и са изразили известно безпокойство от това.

12.2.2 Ненасочен радиофар

Основната част от работата по ненасочения радиофар се осъществява от техници в кабината на оборудването. От тези работници понякога също се иска да влизат в отделението на ненасочения радиофар, за да го регулират, така че да се гарантира съответствието му с правилните изходни характеристики; това регулиране се извършва в шкаф, който се намира на няколко метра от антената. Близостта на ненасочения радиофар до летищната противопожарна служба също била причина за тревога по отношение на пожарникарите на летището.

12.2.3 Далекомерно оборудване

Основната част от работата по далекомерното оборудване се осъществява от техници в кабината на оборудването. От тези работници рядко се иска да работят по самата антена, но други летищни работници са изразили известно притеснение, че антената е само на 2,5 m над земята и няма ограничение на достъпа.

12.3 Информация за оборудването, което поражда ЕМП

12.3.1 Радар

Радарът се състои от радиочестотен генератор, който излъчва радиочестотни импулси, и въртяща се антена. Радиочестотният генератор е монтиран в кабина за оборудването, а антената — на върха на стоманорешетъчна кула. Сигналът от радиочестотния генератор се пренася до антената от правоъгълен вълновод. Пример за летищен обзорен радар е показан на фигура 12.1, а техническите спецификации на радара са дадени в таблица 12.1.

Фигура 12.1 — Пример за летищен обзорен радар



Таблица 12.1 — Технически спецификации на летищен обзорен радар

Работен параметър	Стойност
Номинална честота на предаване	3 GHz
Номинална върхова изходна мощност	от 480 до 580 kW
Номинална средна изходна мощност	430 W
Широчина на импулса	от 0,75 до 0,9 μs
Честота на повторение на импулса	995 Hz
Скорост на въртене на антената	15 min^{-1}

12.3.2 Ненасочен радиофар

Ненасоченият радиофар се състои от радиочестотен генератор, който създава амплитудно модулиран радиочестотен сигнал 343 kHz с максимална мощност 100 W, и предавател със самоносеща конструкция във формата на висока 15 m решетъчна мачта. Антената е монтирана в отделение, в което се помещава и шкаф с оборудването за регулиране. РЧ генератор е монтиран в кабина за оборудването извън отделението на антената.

12.3.3 Далекомерно оборудване

Далекомерното оборудване се състои от радиочестотен генератор и антена, монтирана на кабината за оборудването. Далекомерното оборудване предава излъчваните радиочестотни импулси в отговор на сигнали, получени от приближаващи към летището самолети. Радиочестотните сигнали се предават в честотен обхват от 978 до 1213 MHz с широчина на импулса 3,5 μs. Интервалът между импулсите е от 12 до 36 μs.

12.4 Как се използва оборудването

Радарът, ненасоченият радиофар и далекомерното оборудване са автоматизирани и се управляват дистанционно. Промени по оборудването и периодични работи по поддръжката се извършват от техници, които понякога трябва да достигнат до антените. Във всеки случай радиочестотният генератор се изключва винаги, когато се изисква достъп до антената.

12.5 Подход относно оценката на експозицията

Измерванията на експозицията били направени от експерт консултант с помощта на специализирана апаратура (приемна антена с твърд вълновод, свързана към спектрален анализатор за получаване на подробна оценка на експозицията от импулсния сигнал на радара на определени места, както и триосна сонда за установяване на опасността от радиочестотно лъчение). Измерванията били направени на достъпни за работниците места и докато оборудването е в режим на предаване.

12.5.1 Радар

Поради естеството на предаването на сигнала от радара (радиочестотният сигнал се състои от къси импулси и антената се върти), експозицията във всяко от местата не е постоянна, така че трябвало да се направи подробна оценка на експозицията по отношение на две стойности:

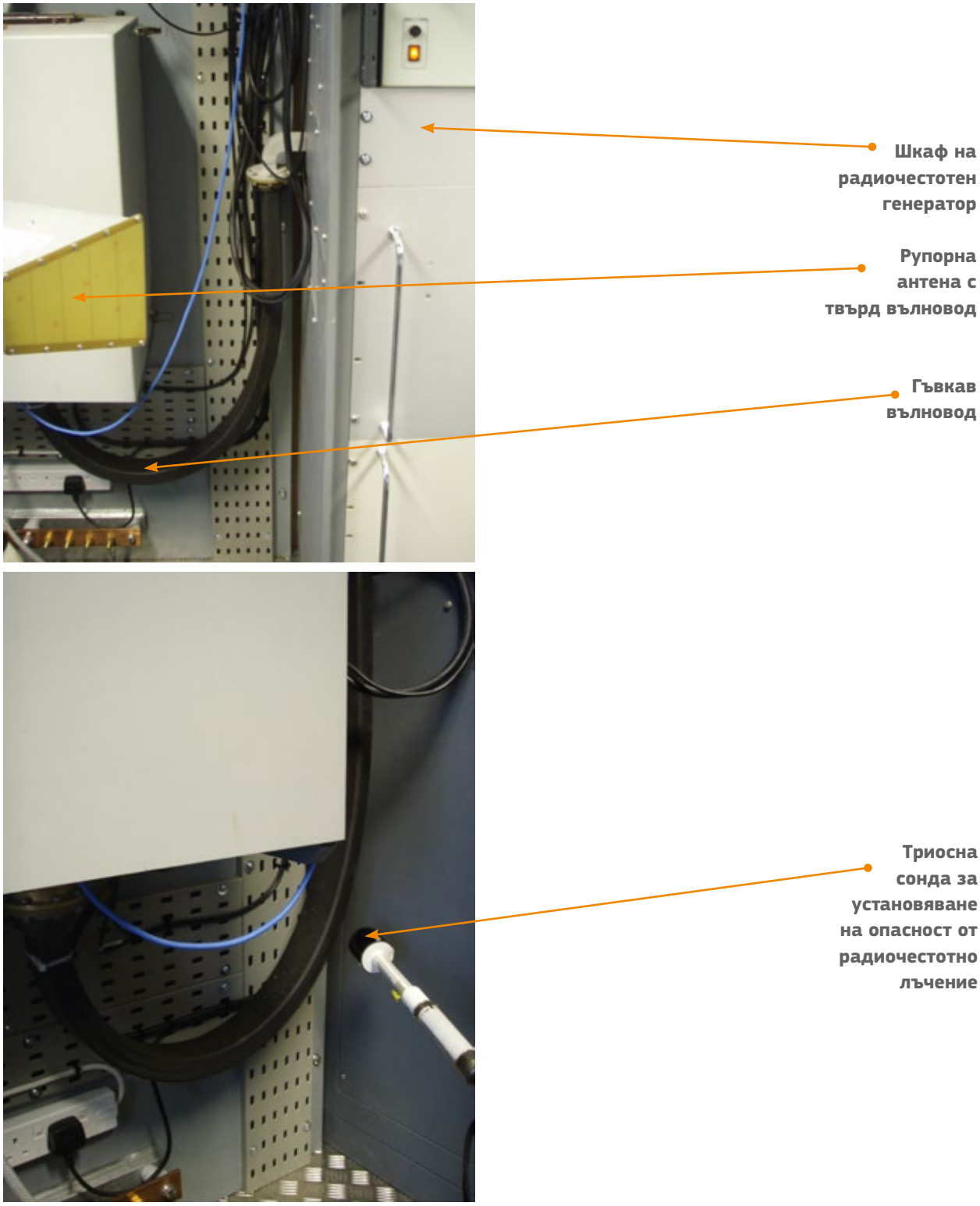
- върховата плътност на мощността, която е мярка за експозицията, която един работник може да получи от всеки отделен импулс на радиочестотния сигнал;
- средната плътност на мощността, която се изчислява от върховата плътност на мощността и е мярка за експозицията, усреднена за няколко минути, като се вземат предвид импулсният характер на сигнала на радара и периодът на въртене на антената.

Измервания на плътността на мощността били направени на четири места в кулата за ръководство на въздушното движение с помощта на антена с твърд вълновод и спектрален анализатор.

На няколко места били направени и измервания на интензитета на електрическото поле с помощта на сондата за установяване на опасност от радиочестотно лъчение.

Измервания били направени в кабината на оборудването, на кулата с антената, близо до вълновода (със специално внимание към съединителните фланци и всички участъци на гъвкавия вълновод (фигура 12.2), кулата за ръководство на въздушното движение и други зони около радара, до които работниците имат достъп, включително и тези от тях, които са изложени на специфичен риск.

Фигура 12.2 — Извършване на измервания около гъвкав вълновод в кабина за оборудването на радара



12.5.2 Ненасочен радиофар

Направени били измервания на интензитета на електрическото поле с помощта на сонда за установяване на опасност от радиочестотно лъчение в места около ненасочения радиофар, до които работниците имат достъп, със специално внимание към зоните, в които се намират техниците по въздушното движение и пожарникарите на летището.

12.5.3 Далекомерно оборудване

Направени били измервания на интензитета на електрическото поле с помощта на сонда за установяване на опасност от радиочестотно лъчение вътре в кабината на оборудването и в най-близката точка за достъп до антената извън кабината, което представлява мястото на работник, който посяга с ръце към антената, застанал на нивото на земята.

12.6 Резултати от оценката на експозицията

Резултатите от измерванията били сравнени със съответните стойности за предприемане на действие (СПД) и основните констатации от оценката на експозицията са представени в таблици 12.2, 12.3 и 12.4. При оценяването на експозицията на работници, изложени на специфичен риск, било направено сравнение с референтните нива, посочени в Препоръка 999/519/ЕО на Съвета (вж. Допълнение Д към том 1 от ръководството).

Таблица 12.2 — Обобщение на резултатите от оценката на експозицията за радара

Местоположение	Измерена величина	Резултат	Част на експозиция (процент)	
			Съответни стойности за предприемане на действие[1,2]	Реф. нива от Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета[3]
Покрив на кулата за КВД	Върхова плътност на мощността	33 000 Wm^{-2}	66 %	**330 %**
	Средна плътност на мощността	0,012 Wm^{-2}	0,024 %	0,12 %
Кабина за оборудването	Максимален интензитет на електрическото поле	< 0,1 Vm^{-1}	< 0,1 %	< 0,2 %
На 10 cm от гъвкавия вълновод извън кабината за оборудването		29 Vm^{-1}	21 %	48 %
Положение на торса при най-близък достъп до антената на кулата на антената		31 Vm^{-1}	22 %	51 %

[1] Отбелязано е, че в Директивата за ЕМП не се посочват стойности за предприемане на действие за плътността на мощността на радиочестотно лъчение с честоти под 6 GHz, което е особено показателно за импулсни радиочестотни сигнали, поради което, в съответствие със съображение 5 от Директивата за ЕМП, за оценката на експозицията на импулсно радиочестотно лъчение от радара консултантът се позовава на насоките, предоставени от Международната комисия за защита от нейонизиращи лъчения (ICNIRP), както следва:

300 GHz: професионални референтни стойности за върхова плътност на мощността за импулсно радиочестотно лъчение при честоти в обхвата от 2 до 300 GHz: 50 000 Wm^{-2}
професионални референтни стойности за средна плътност на мощността за честоти в обхвата от 2 до 300 GHz: 50 Wm^{-2}

[2] Стойности за предприемане на действие за електрическо поле за честоти в обхвата от 2 до 6 GHz: 140 Vm^{-1}

[3] Референтни нива от Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета:
върхова плътност на мощността за импулсно радиочестотно лъчение при честоти в обхвата от 2 до 300 GHz: 10000 Wm^{-2},
средна плътност на мощността за честоти в обхвата от 2 до 300 GHz: 10 Wm^{-2},
интензитет на електрическо поле за честоти в обхвата от 2 до 300 GHz: 61 Vm^{-1}.

ЗАБЕЛЕЖКА: Преценено е, че неопределеността при измерванията е ± 2,7 dB и в съответствие с подхода на „споделен риск“ (вж. Допълнение Г5 към том 1 от ръководството) резултатите са сравнени директно със СПД/БН.

Таблица 12.3 — Обобщение на резултатите от оценката на експозицията за ненасочения радиофар

Местоположение	Максимален интензитет на електрическото поле (Vm^{-1})	Част на експозиция (процент)		
		Ниски стойности за предприемане на действие[1]	Високи стойности за предприемане на действие[2]	Реф. нива от Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета[3]
Кабина за оборудването	100	59 %	17 %	120 %
Стая на персонала на противопожарната служба	< 0,1	< 0,1 %	< 0,1 %	< 0,2 %
Ограда около участъка за ненасочения радиофар	270	160 %	45 %	310 %

[1] Ниски стойности за предприемане на действие за електрическо поле в обхвата от 3 kHz до 10 MHz: 170 Vm^{-1}
[2] Високи стойности за предприемане на действие за електрическо поле в обхвата от 3 kHz до 10 MHz: 610 Vm^{-1}
[3] Референтни нива от Препоръка 1999/519/ЕС на Съвета за интензитет на електрическото поле при честота в обхвата от 150 kHz до 1 MHz: 87 Vm^{-1}

ЗАБЕЛЕЖКА: Преценено е, че неопределеността при измерванията е ± 2,7 dB и в съответствие с подхода на „споделен риск“ (вж. Допълнение Г5 към том 1 от ръководството) резултатите са сравнени директно със СПД/БН.

Таблица 12.4 — Обобщение на резултатите от оценката на експозицията за далекомерното оборудване

Местоположение	Максимален интензитет на електрическото поле (Vm^{-1})	Част на експозиция (процент)	
		Стойности за предприемане на действие[1]	Реф. нива от Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета[2]
Кабина за оборудването	< 0,1	< 0,2 %	< 0,3 %
На 2,5 m над нивото на земята, на 0,6 m от антената	14	15 %	33 %

[1] Най-ограничителните стойности за предприемане на действие за интензитет на електрическото поле за честоти на предаване на далекомерното оборудване в обхват от 978 до 1213 MHz: 94 Vm^{-1}

[2] Най-ограничителните референтни нива съгласно Препоръка 1999/519/ЕС на Съвета за интензитет на електрическото поле за честота на предаване на далекомерното оборудване в обхват от 978 kHz до 1213 MHz: 43 Vm^{-1}

ЗАБЕЛЕЖКА: Преценено е, че неопределеността при измерванията е ± 2,7 dB и в съответствие с подхода на „споделен риск“ (вж. Допълнение Г5 към том 1 от ръководството) резултатите са сравнени директно със СПД/БН.

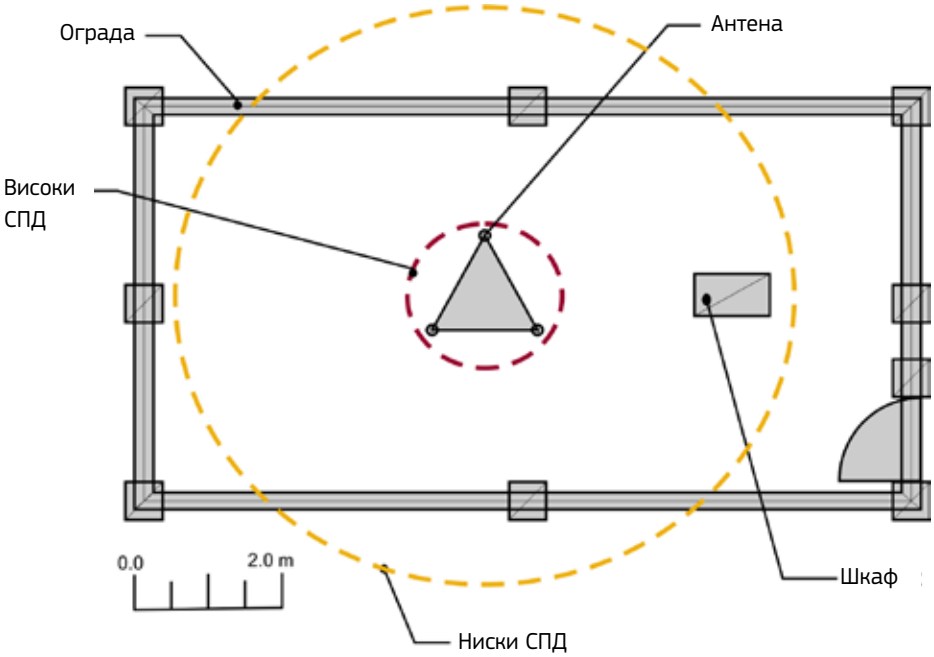
12.6.1 Радар

Резултатите от оценката на експозицията показали, че експозицията на радиочестотното лъчение от радара е под СПД, посочени в Директивата за ЕМП. Все пак при оценката се очертали някои зони, в които са надвишени референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета, макар че е малко вероятно в тях да попаднат работници, изложени на специфичен риск.

12.6.2 Ненасочен радиофар

Резултатите от оценката на експозицията показали, че експозицията на радиочестотно лъчение от ненасочения радиофар е над ниските СПД за електрическото поле (фигура 12.3) и над референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета, в зони извън оградата около ненасочения радиофар. В тези зони могат да присъстват работници, включително такива, изложени на специфичен риск.

Фигура 12.3 — Изглед отгоре, на който са показани линиите, в които около ненасочения радиофар могат да бъдат надвишени стойностите за предприемане на действие.



12.6.3 Далекомерно оборудване

Резултатите от оценката на експозицията показали, че експозицията на радиочестотно лъчение от далекомерното оборудване в зоните около него е под СПД и под референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета.

12.7 Оценка на риска

Въз основа на осъществената от консултанта оценка на експозицията летищният оператор направил оценка на риска по отношение на радара, ненасочения радиофар и далекомерното оборудване. Тази оценка била в съответствие с методиката, препоръчана от OiRA (интерактивната платформа в интернет за оценка на риска на Европейската агенция за безопасност и здраве при работа (EU-OSHA). В оценката на риска се стигнало до заключение, че:

- може да възникне опасност за работници, изложени на специфичен риск, от радара на покрива на кулата за ръководство на въздушното движение;
- работниците, включително изложените на специфичен риск, имат неограничен достъп до зони около ненасочения радиофар, в които са надвишени ниските СПД по отношение на ефектите за чувствителността, тъй като оградата е поставена прекалено близо до предавателя;
- няма вероятност работниците да бъдат изложени на опасност във връзка с далекомерното оборудване.

В резултат на оценките на риска летищният оператор изготвил план за действие и това е документирано.

Примери за специфични за ЕМП оценки на риска по отношение на радара, ненасочения радиофар и далекомерното оборудване са представени в таблици 12.5, 12.6 и 12.7

Таблица 12.5 — Специфична за ЕМП оценка на риска по отношение на летищния обзорен радар

Опасности	Съществуващи превантивни и предпазни мерки	Лица, изложени на риск	Сериозност			Вероятност			Оценка на риска	Нови превантивни и предпазни действия
			Незначителна	Сериозна	Фатална	Слабо вероятно	Възможно	Вероятно		
Преки ефекти на радиочестотата	Физическо ограничаване на достъпа до кулата на антената, докато радарът работи	Техници	✓				✓		Нисък	Физическо ограничаване на достъпа до покрива на кулата за ръководство на въздушното движение само до упълномощени работници Поставяне на подходящи предупредителни надписи за опасност от радиочестотно лъчение на вратата към покрива на кулата за ръководство на въздушното движение В информацията за безопасна експлоатация на обекта да се включат специални предупреждения
	Блокиращи устройства на шкафа на радиочестотния генератор	Работници на летището	✓			✓			Нисък	
	Защита с цел да се гарантира, че радиочестотният генератор се изключва, ако радарът спре да се върти									
	Проста процедура с цел да се гарантира, че радиочестотният генератор се изключва винаги, когато е необходим достъп до кулата на антената	Работници, изложени на специфичен риск (включително бременни работнички)		✓		✓			Нисък	
	Предупредителен надпис за опасност от радиочестотно лъчение, поставен на вратите към антената и към отделението на радара									
	Обучение на работниците									
Непреки ефекти на радиочестота (смущения на медицински импланти)	Вратата за достъп до отделението на радара е заключена и достъпът е ограничен само до упълномощени работници	Работници, изложени на специфичен риск		✓			✓		Нисък	Вж. по-горе
	Предупредителни надписи около отделението на радара									
	Всички работници са инструктирани да информират летищния оператор, ако имат поставен медицински имплант									

Таблица 12.6 — Специфична за ЕМП оценка на риска по отношение на ненасочения радиофар

Опасности	Съществуващи превантивни и предпазни мерки	Лица, изложени на риск	Сериозност			Вероятност			Оценка на риска	Нови превантивни и предпазни действия
			Незначителна	Сериозна	Фатална	Слабо вероятно	Възможно	Вероятно		
Преки ефекти на радиочестотата	Физическо предотвратяване на достъпа до отделението на предавателя от неупълномощен персонал	Техници	✓				✓		Нисък	Преместване на оградата, така че да обхване цялата зона, в която интензитетът на електрическото поле надвишава ниските стойности за предприемане на действие В информацията за безопасна експлоатация на обекта да се включат предупреждения
	Проста процедура с цел да се гарантира, че предавателят се изключва винаги, когато е необходим достъп близо до антената	Работници на летището	✓				✓		Нисък	
	Предупредителен надпис само за риск от поражение от електрически ток	Работници, изложени на специфичен риск (включително бременни работнички)	✓				✓		Нисък	Поставяне на подходящи предупредителни надписи за опасност от радиочестотно лъчение в местата за достъп до отделението на ненасочения радиофар Изготвяне на процедура за осъществяване на регулирането на ненасочения радиофар Предоставяне на обучение за информиране относно безопасността при радиочестоти на техниците, които осъществяват регулирането на сигнала на ненасочения радиофар
Непреки ефекти на радиочестота (смущения на медицински импланти)	Предупредителен надпис само за риск от поражение от електрически ток Всички работници са инструктирани да информират летищния оператор, ако имат поставен медицински имплант	Работници, изложени на специфичен риск		✓		✓			Среден	Вж. по-горе

Таблица 12.7 — Специфична за ЕМП оценка на риска по отношение на далекомерното оборудване

Опасности	Съществуващи превантивни и предпазни мерки	Лица, изложени на риск	Сериозност			Вероятност			Оценка на риска	Нови превантивни и предпазни действия
			Незначителна	Сериозна	Фатална	Слабо вероятно	Възможно	Вероятно		
Преки ефекти на радиочестотата	Проста процедура с цел да се гарантира, че предавателят се изключва винаги, когато е необходим достъп близо до антената	Техници	✓			✓			Нисък	Няма
		Работници на летището	✓			✓			Нисък	
		Работници, изложени на специ-фичен риск (включително бременни работнички)	✓			✓			Нисък	
Непреки ефекти на радиочестота (смущения на медицински импланти)	Всички работници са инструктирани да информират летищния оператор, ако имат поста-вен медицински имплант	Работници, изложени на специфичен риск		✓		✓			Нисък	Няма

12.8 Съществуващи предпазни мерки

12.8.1 Радар

С радара били свързани различни предпазни и превантивни мерки, включително:

- кабината за оборудването и кулата на антената са затворени в отделение, заобиколено от защитна ограда;
- вратата на кабината за оборудването и портата към отделението се заключват, когато вътре няма никой, а достъпът до ключа е ограничен само до упълномощени работници;
- стълбите за обслужване на кулата на антената се заключват зад отделна врата вътре в участъка;
- върху вратата на отделението на радара и върху вратата към стълбите за обслужване на кулата на антената са поставени предупредителни надписи (фигура 12.4);
- блокиращи устройства на шкафа на радиочестотния генератор в кабината за оборудването;
- проста процедура с цел да се гарантира, че радиочестотният генератор се изключва винаги, когато е необходим достъп до кулата на антената;
- защита с цел да се гарантира, че радиочестотният генератор се изключва, ако радарът спре да се върти;
- всички летищни работници са инструктирани да информират летищния оператор, ако имат поставен медицински имплант.

Фигура 12.4 — Предупредителни надписи върху вратата на отделението за радара (вляво) и върху вратата на кулата на антената (вдясно).



12.8.2 Ненасочен радиофар

Преди извършената от консултанта оценка на експозицията били въведени много малко предпазни и превантивни мерки . Те се ограничавали до:

- ограда около предавателя;
- върху оградата около ненасочения радиофар били поставени надписи, предупреждаващи за риск от поражение от електрически ток;
- проста процедура с цел да се гарантира, че радиочестотният генератор се изключва винаги, когато е необходим достъп до кулата на антената;
- всички летищни работници били инструктирани да информират летищния оператор, ако имат поставен медицински имплант.

12.8.3 Далекомерно оборудване

Преди оценката на експозицията съществувала проста процедура с цел да се гарантира, че радиочестотният генератор се изключва винаги, когато е необходим достъп близо до антената.

12.9 Допълнителни предпазни мерки в резултат на оценката

12.9.1 Радар

Съществуващите мерки за защита и превенция гарантирали, че експозицията на летищните работници като цяло е под съответните СПД и референтните нива, посочени в Препоръка 1999/519/ЕО на Съвета, в зоните, в които са направени измервания. Единственото изключение било на покрива на кулата за ръководство на въздушното движение, където може да има опасност за работниците, изложени на специфичен риск, поради експозиция на радиочестотно лъчение, излъчвано от радара, макар че се счита за малко вероятно да се поиска от такива работници да влязат в тази зона.

В резултат на оценката на експозицията летищният оператор изпълнил няколко минимални препоръки по съвет на консултанта:

- върху вратата за достъп до покрива на кулата за ръководство на въздушното движение били поставени предупредителни надписи, включващи пиктограма на излъчваща антена и текст „Внимание, нейонизиращо лъчение“;
- на летищните работници е напомнено, че е важно да информират летищния оператор, ако имат поставен медицински имплант;
- в информацията за безопасна експлоатация на обекта са включени предупреждения специално за опасностите от нейонизиращо лъчение от радара.

Макар че в конкретния случай долупосочената мярка не е въведена, заслужава да се спомене, че може да се разгледа възможността за допълнителна мярка за защита, позната като „секторно заглушаване“, при което предаването на радара се осъществява при намалена мощност в предварително определен участък от периметъра му, ако оценката на експозицията установи значителен риск от експозиция на радиочестотно лъчение от радара. Това ще включва програмиране на радара за намаляване или изключване на радиочестотното лъчение за периода от въртенето му, когато антената е насочена към съответната зона. Все пак използването на секторно заглушаване трябва да се обмисли много внимателно и ползите от него трябва да се преценят спрямо рисковете, свързани с липсата на обзорни данни, което ще произтече от радар, предаващ с намалена мощност.

12.9.2 Ненасочен радиофар

Съществуващите мерки за защита и превенция били преценени като неподходящи и били въведени няколко нови мерки.

В резултат на оценката на експозицията летищният оператор изпълнил няколко препоръки по съвет на консултанта:

- оградата около ненасочения радиофар била преместена по-далече от предавателя, така че да ограждa зоната, в която интензитетът на електрическото поле надвишава ниските СПД; установено било, че алтернатива на преместването на оградата би била да се проведе обучение за работниците, на които може да бъде необходим достъп до зоната, но преместването на оградата било по-простото и по-ефективно решение;
- върху вратата към отделението на ненасочения радиофар били поставени предупредителни надписи, включващи пиктограма на излъчваща антена и текст „Внимание, нейонизиращо лъчение!“;
- разработена била процедура за осъществяване на регулирането на ненасочения радиофар;
- проведено било обучение за информиране на работниците относно радиочестотното лъчение на ненасочения радиофар, на който може да се наложи да осъществяват регулиране;
- на летищните работници било напомнено, че е важно да информират летищния оператор, ако имат поставен медицински имплант;
- в информацията за безопасна експлоатация на обекта били включени предупреждения специално за опасностите от нейонизиращо лъчение от ненасочения радиофар.

12.9.3 Далекомерно оборудване

- Не са въведени допълнителни мерки за защита и превенция, тъй като било преценено, че съществуващите мерки са подходящи.

KE-04-15-141-BG-N

Директива 2013/35/ЕО определя минималните изисквания за безопасност по отношение на експозицията на работниците на рискове, възникващи от електромагнитни полета (ЕМП). Настоящото практическо ръководство е изготвено, за да бъде в помощ на работодателите, особено на малки и средни предприятия, да разберат какво трябва да направят, за да се съобразят с директивата. То може обаче да бъде полезно и за работниците, представителите на работниците и регулаторните органи в държавите членки. То се състои от два тома и специално ръководство за МСП.

В том I на Практическото ръководство се съдържат съвети за извършване на оценка на риска и допълнително становище по вариантите, с които може да се разполага, когато работодателите трябва да вземат допълнителни защитни или превантивни мерки.

В том 2 са представени дванадесет проучвания на конкретни случаи, които показват на работодателите как да подхождат при оценки и илюстрират някои превантивни и предпазни мерки, които биха могли да бъдат подбрани и приложени. Проучванията на конкретни случаи са представени в контекста на основни работни места, но са били съставени от реални ситуации на работното място.

Ръководството за МСП ще Ви помогне да извършите първоначална оценка на рисковете от електромагнитните полета на Вашето работното място. Въз основа на резултатите от тази оценка, то ще Ви помогне да решите дали е необходимо да предприемате допълнителни действия, произтичащи от Директивата за ЕМП.

Настоящата публикация е достъпна в електронен формат на всички официални езици в ЕС.

Можете да изтеглите нашите публикации или да се абонирате безплатно на адрес http://ec.europa.eu/social/publications
Ако желаете редовно да получавате актуална информация относно Генерална дирекция „Трудова заетост, социални въпроси и приобщаване“, абонирайте се, за да получавате безплатния *бюлетин „Социална Европа“* на адрес http://ec.europa.eu/social/e-newsletter

https://www.facebook.com/socialeurope

https://twitter.com/EU_Social

Служба за публикации

doi:10.2767/157601
ISBN 978-92-79-45918-4