

## **Лекция № 6 Безжични телемедицински системи**

### **Речник на използваните съкращения**

- **GSM** - названието на групата Groupe Spécial Mobile, по-късно преименувана на Global System for Mobile Communications, е глобален цифров стандарт за мобилна клетъчна връзка.
- **Wi-Fi** - технология на безжичната локална мрежа базирана на спецификациите от серията IEEE 802.11.
- **LAN** - Local Area Network, вид малка компютърна мрежа, обслужваща група компютри.
- **WLAN** - Wireless Local Area Network, синоним на Wi-Fi.
- **2G** – съкращение на второ поколение мобилни GSM мрежи.
- **2.5G** – съкращение на второ поколение мобилна мрежа с вграден GPRS в системата.
- **3G** – съкращение на трето поколение мобилни GSM мрежи.
- **4G** – съкращение на четвърто поколение мобилни GSM мрежи.
- **CDMA** - Code division multiple access, технология използвана в 3G мобилни мрежи.
- **TDMA** - Time division multiple access, служи за предаване на няколко различни канала по един и същ радио или линеен канал. Базова технология в GSM мрежите.
- **HSCSD** – High-Speed Circuit-Switched Data, Усъвършенствана модификация на мобилната мрежа GSM, позволяваща да се обединят четири нискоскоростни канала за да се достигане по-висока скорост.
- **GPRS** - General packet radio service, добавка към GSM за пакетно предаване на данни в мобилна мрежа.
- **EDGE** – технология, която позволява до три пъти по-високоскоростен пренос на данни от колкото при GPRS.
- **ISDN** - (Integrated Services Digital Network) интегрира всички видове телекомуникационни услуги - телефония (говор), факс, обмяна на данни и видеоизображения, като осъществява цифрова свързаност през цялата мрежа от потребител до потребител.
- **UMTS** - Universal Mobile Telecommunications System - Универсална мобилна телекомуникационна система, е технология използвана в трето поколение GSM мрежи.
- **RF** – съкращение от radio frequency – радио честота.
- **MSC** – Mobile Switching Centre, елемент от архитектурата на GSM мрежата.
- **HLR** – Home Location Registry, елемент от архитектурата на GSM мрежата.
- **VLR** – Visitor Location Registry, елемент от архитектурата на GSM мрежата.
- **AuC** – Authentication Centre, елемент от архитектурата на GSM мрежата.
- **EIR** – Equipment Identification Registry, елемент от архитектурата на GSM мрежата.
- **BTS** – Base Transceiver Station, елемент от архитектурата на GSM мрежата.
- **BSC** – Base Station Controller, елемент от архитектурата на GSM мрежата.
- **SMS** – Short Message Service, технология за изпращане на кратки съобщения (букви и цифри) до и от мобилни телефони.

- **VoIP** – Voice over Internet Protocol, интернет телефонията.
- **SSID** – Service Set Identifier, името на безжична локална мрежа (WLAN).
- **ADSL** – asymmetric digital subscriber line, асиметрична цифрова абонатна линия, технология за предоставяне на широколентов достъп до Интернет, използващ наличните медни телефонни кабели.
- **JAVA MIDP 2** – платформа/език за писане на програми за мобилни телефони.
- **HTTPS** – Hypertext Transfer Protocol Secure, защитен с SSL, HTTP (Hypertext Transfer Protocol) – протокол (система) за обмен на данни между два компютъра.
- **SSL** - Secure Sockets Layer, протокол който служи за кодиране на данните преди те бъдат изпратени към получателя им.
- **SQL** – Structured Query Language, език за програмиране, използван за създаване, модифициране, извличане и манипулиране на данни от релационни системи за управление на бази данни.
- **J2EE** – платформа за разработване на разпределени корпоративни софтуерни приложения.
- **UPS** – Uninterruptible Power Supply - Непрекъсваемо Токоподаващо Захранване.
- **PEF** - peak expiratory flow - върхов експираторен дебит
- **FEV** - Forced Expiratory Volume – форсиран експираторен обем.
- **SpO2** – насищане на хемоглобина с кислород, измерена чрез Пулс оксиметър.
- **USB** – Universal Serial Bus, Универсалната серийна шина, стандарт за свързване на електронни устройства, най-често към компютър.
- **FDA** – съкращение на Food and Drug Administration.
- **WiLDNet** – модификация на Wi-Fi технологията, която позволява по-голяма ефективност на мрежата на големи разстояния.
- **MAC** - Media Access Control, уникален идентификатор задаван на мрежовите адаптери.
- **WiMAX** – Worldwide Interoperability for Microwave Access, телекомуникационна технология, разработена да предоставя безжична свързаност на големи разстояния за различни устройства. Технологията е базирана на стандарта за пренос на данни IEEE 802.16.
- **MPEG-2** – стандарт за кодиране на движещи се картини (видео) и асоцииран с тях звуков сигнал.
- **IP адрес** – уникален номер, много наподобяващ телефонен номер, който се използва от машини (обикновено компютри), за да се свързват едни с други, когато изпращат информация през Интернет.

## Въведение в Телемедицината

Терминът телемедицина описва приложението на телекомуникационните и информационни технологии в медицината с цел предлагане на медицински услуги на далечни разстояния без да е необходим обичайния контакт лекар-пациент. „Теле” произлиза от древногръцката дума „telos”, която означава разстояние.

Телемедицината се дефинира като: предоставяне на здравни услуги чрез телекомуникации, включително интерактивни консултации и диагностични услуги. Според Американската асоциация по телемедицина (American Telemedicine Association), телемедицината представлява “обмен на медицинска информация между една дестинация до друга чрез електронни комуникации за здравни и образователни цели на пациента или здравния работник, и за подобряване грижите на пациента”.

Телемедицина, преносът на електронни медицински данни от едно място до друго, телездраве и е-здраве са често срещани термини, ползвани и като синоними, въпреки че имат леки различия в дефинициите си.

Телездраве е по-общ термин, използван за описание на по-широк спектър от услуги и дейности от телемедицината. Описва използването на информационни и комуникационни технологии за предоставяне на здравни услуги, опит и информация от разстояние. Е-здраве е по-обширен термин от телемедицината и телездравето. Определя се като сравнително нова област, интегрираща в себе си медицинска информатика, публично здравеопазване и икономика, по начин, позволяващ медицински услуги и информация да бъдат предоставяни през интернет или сходни технологии.

Съществуват два типа телемедицина:

**Store-and-forward телемедицина:** този тип главно се използва за пренос на медицински изображения от едно място до друго, като разстоянието между двете е практически безкрайно. Този вид по принцип не се използва при спешни случаи.

**Видео връзка в реално време:** обикновено се използва като заместник на обичайната консултация лице в лице (face-to-face).

За оптимална работа и управление на медицинския ресурс, повечето телемедицински системи предлагат и двата типа на работа. Съществуват няколко обособени направления в телемедицината:

- Телекардиология
- Телестоматология
- Теледерматология
- Телегрижи
- Телепатология
- Телефармацевтика
- Телепсихология
- Телехерургия
- Телерадиология
- Телеофталмология

### 4.1 Защо Телемедицина?

Телемедицината първоначално е била използвана, за да реши проблемите при предоставяне на здравни грижи в отдалечени места. В развиващите се страни, телемедицината се използва като средство за предоставяне на здравни услуги в слабо развити региони, като по този начин значително повишава качеството на здравеопазването, предоставяйки медицинско обслужване в географски изолирани

групи. Главната причина, налагаща използването на телемедицина е, че е икономически по-изгодна и намалява времето за път, предотвратява ненужния транспорт на пациенти, като същевременно подобрява и развива здравеопазването в отдалечените региони.

## 4.2 Ползи от Телемедицината

Практически, могат да бъдат представени множество ползи от телемедицината като решение и възможност за третиране на пациенти. Медицина, предоставена дистанционно, може да предложи на пациентите възможността да получат здравни услуги от специалисти и здравни заведения, които до преди са били недостъпни за тях в съответното населено място, без да се налага излишно пътуване и разходи. Телемедицината позволява по-точни резултати, по-бърза диагностика и лечение. Предоставя възможността за по-широк спектър за консултации, като е едновременно ефективна и ефикасна. Ползите, които могат да бъдат извлечени от телемедицината са:

- Ефективност на разходите
- По-добро използване на ресурсите
- По-бърз достъп до здравни грижи и специалисти
- Спомагане за по-ранно диагностициране на болестта
- Високакачествени грижи във всяко населено място
- Повишаване качеството на медицинските услуги
- Медицинско образование
- Подобрене на ефективността на лекари и институциите предлагащи здравни грижи
- Намаляване средствата за хоспитализация и транспорт
- Високо ниво на удовлетвореност на пациенти и клиницисти; подобрена комуникация

### 3.2.1 Разходи

Телемедицината позволява значителни финансови облекчения. Следната таблица илюстрира финансовите ползи от телемедицина:

Таблица 1 – Спестявания благодарение на телемедицината

Analysis of the cost-benefit of telemedicine	
Total Cost of Outside Consultation	\$350.05
Total Cost of Telemedicine Consultation	\$149.16
Cost Saving per Case	\$200.89
Total Cases	780
Total Cost Savings	\$156,694.20

(Източник: U.S FY 2000)

### 4.2.2 Използване на ресурсите

С телемедицина, медицинските ресурси могат да бъдат използвани по ефективно и ефикасно чрез създаване на интегрирани мрежи между първични, вторични и третични грижи.

### 4.2.3 Достъп до здравни грижи и специалисти

По целия свят, хора, живеещи в отдалечени и слабо развити региони, са изправени пред редица трудности, ограничаващи качеството и своевременния достъп до медицински грижи. Използването на телекомуникационните медии позволява голяма част от елементите на здравните грижи да се предоставят там, където пациентите и медицинските грижи са географски ограничени.

Скоростта с която данните могат да се придвижват на големи разстояния позволява на лекарите по-бърз достъп до здравните досиета, допълнителна информация, точни данни и медицински изображения на пациента. Например, телеконференциите позволяват “интерактивност в реално време, която допринася за по - точни и бързи диагнози и своевременен старт на лечението”.

#### **4.2.4 По - ранно диагностициране**

Установяването на болест в ранен стадий на развитие не само може да спаси живота на пациента, но също така намалява разходите за неговото лечение. Опитът от Телемедицинската система в Мисури – САЩ, показва, че 20% от пациентите живеещи в малки населени места в щата, които са се възползвали от тази система, са в по-добро здравословно състояние от преди, вече не биха могли да си представят здравеопазването си по друг начин.

#### **4.2.5 Грижи във всяко населено място**

Хората предпочитат да разполагат с висококачествени услуги в своето населено място. Това стимулира местните лекари да се възползват от разнообразни медицински консултации с колеги. По този начин, лекарят, с помощта на консултиращия специалист, е в състояние да предприеме оптималните стъпки и решения в терапията на пациента. Използването на директен телеконтакт между пациента и неговия лекар може да доведе до по-ниска зависимост от болнични заведения. Това от своя страна би довело до по-малък прием за болнично лечение.

#### **4.2.6 Качество на медицинските услуги**

Друго предимство, което може да се получи при използването на телемедицина е повишаване на качеството, непрекъснатостта и достъпността на медицинската помощ.

#### **4.2.7 Медицинско образование**

Дистанционната медицина би могла да спомогне за повишаване качеството на медицинското образование и опит, превенции, клинични изпитвания и други програми. Тя може да предложи на клиницистите съвременна информация, гарантирайки актулна и съвременна информация на потребителите си чрез осигуряване на най-новите изследвания в областта на практиката им.

#### **4.2.8 Ефективност**

Телемедицината позволява на лекарите и здравните заведения да разполагат с голям обхват от специалисти за консултация, което довежда до по-добри диагностични резултати.

#### **4.2.9 Хоспитализация и транспорт**

С помощта на телемедицината, пациенти които живеят в отдалечени места и не могат да пътуват, биха могли да се свързват с лекаря си лесно за съвет или помощ. Телемедицината би могла да се използва в изправителни домове или затвори за да се избегне транспорт на затворници или придвижване на самия лекар.

#### **4.2.10 Удовлетвореност на пациенти и клиницисти**

Телемедицината подобрява обхвата на провинциалните болници също така и качеството на предлаганите от тях услуги. Лекарите са в състояние да дават бързи и ефективни консултации. Тя дава достъп на пациентите до специалисти, които до преди това са били недостъпни за тях.

Таблица 2 представя задоволството на пациентите от телемедицината в клиниката - Mayo Clinic Jacksonville в САЩ. Анкетата е базирана на 20 пациента които са следени в период от 8 седмици с компютърно базираната телемедицинска система “Electronic House Call” (EHC). Всички пациенти са били в добро здраве и средна възраст 77.3 години; от всички 20, 18 са отчетли повишение в общото им чувство за добро здраве и сигурност.

Таблица 2 – Анкета на участниците в експеримента EHC

Comment	Agree/strongly agree	
	No.	% (95% CI)
I am comfortable using the EHC without assistance.	11	61 (36-83)
I need assistance while using the EHC.	6	33 (11-59)
I know how to access “Help” and introductory instructions for each test while using the EHC.	12	67 (41-87)
I could clearly hear the healthcare provider at Mayo Clinic Jacksonville.	8	44 (21-69)
I could clearly see the healthcare provider at Mayo Clinic Jacksonville.	14	78 (52-94)
Sometimes there were technical problems with the equipment.	8	44 (21-69)
Problems with the equipment sometimes prevented completion of the videoconference with the healthcare provider.	5	28 (10-53)
The EHC monitors correctly recorded my vital signals.	13	72 (46-90)
I experienced pain or discomfort while using the EHC.	1	6 (0.1-27)
Using the EHC had a negative effect on my relationship with my healthcare provider.	1	6 (0.1-27)
Using the EHC had a positive effect on my relationship with my healthcare provider.	11	61 (65-99)
I would use the EHC again.	14	78 (52-94)
I would use the EHC again but only with assistance.	5	28 (10-53)
I would be willing to pay a fee to have the EHC in my home.	2	11 (1-35)
I would be willing to pay a fee for an expanded version of the EHC that would provide access to a Mayo Clinic Jacksonville physician 24 hours a day, 7 days a week.	4	22 (6-48)
I would participate in this type of study again	15	83 (59-96)

\*Of 20 participants, 18 reported results. CI= confidence interval.

#### Източник [32]

Като заключение, пилотното проучване показва, че участниците са доволни от опита и услугите предлагани им чрез телемедицина.

#### 4.2.11 Комуникация

Телемедицинските мрежи могат да имат и други приложения освен профилирано медицински. Мрежата може да бъде използвана за разнообразни конференции в сферата на администрация, телебизнес дискусии и демонстрации. Също така, установената и гарантирана комуникационна връзка би могла да се използва за отдалечено обучение, сесии и конференции в професионалните области на специалистите.

### 5. Безжични технологии

Тази глава представя основните безжични технологии, използвани за изграждане на телемедицински системи, а именно GSM и безжичен LAN (WLAN).

GSM е действащата система за мобилна комуникация в света като най-широко разпространената е мрежата от второ поколение (2G). В стандартен режим на работа

системата предлага скорости за пренос на данни до 9.6 kbps. През годините, нови технологии и модификации са въведени в GSM стандарта, като High Speed Circuit Switched Data (HSCSD). Тази технология позволява да се използват няколко времеви интервала едновременно при изпращане или получаване на данни, като по този начин може да увеличи скоростта за пренос на данни до 14.4 kbps (повишение с близо 50%) или дори до три пъти по бърза връзка от 43.3 kbps. Еволюцията на мобилните телекомуникационни системи от 2G до 2.5G (GPRS - 171 kbps и EDGE - 384 kbps) и в последствие до 3G системи, предлагат високи скорости за пренос на данни, като по този начин позволяват разработването на телемедицински системи, които изискват трансфер на данни, възможен досега само на базата на жични комуникационни мрежи.

Сателитните системи са в състояние да предоставят широка гама от скорости за пренос на данни, стартирайки от 2.4 kbps и достигайки степени от 2x64 kbps и повече. Основното преимущество на сателитните връзки е, че те могат да оперират от всяка точка по света.

WLAN е гъвкава система за пренос на данни, създадена като разширение или точно алтернатива на жичната LAN технология. Използвайки принципите на радио честоти (RF), WLAN предава и приема данни по въздушен път, свеждайки нуждата от кабелни връзки до минимум. Комбинирайки постоянна високо скоростна връзка и същевременно запазвайки относителна мобилност на потребителя, WLAN се превръща в популярна и атрактивна алтернатива за достъп до интернет в редица вертикални пазари. Индустрията по света печели от продуктивността на използването на мобилни терминали и нетбук компютри за препращане на данни в реално време до централизирани сървъри за обработка. Днес, безжичният LAN се е превърнал в широко познат безжичен стандарт с обширен спектър на приложения, който е най-вероятен в близко бъдеще да се внедри като основна безжична комуникационна технология в здравния сектор.

## **5.1 Глобална Система за Мобилна Комуникация (Global System for Mobile Communications - GSM)**

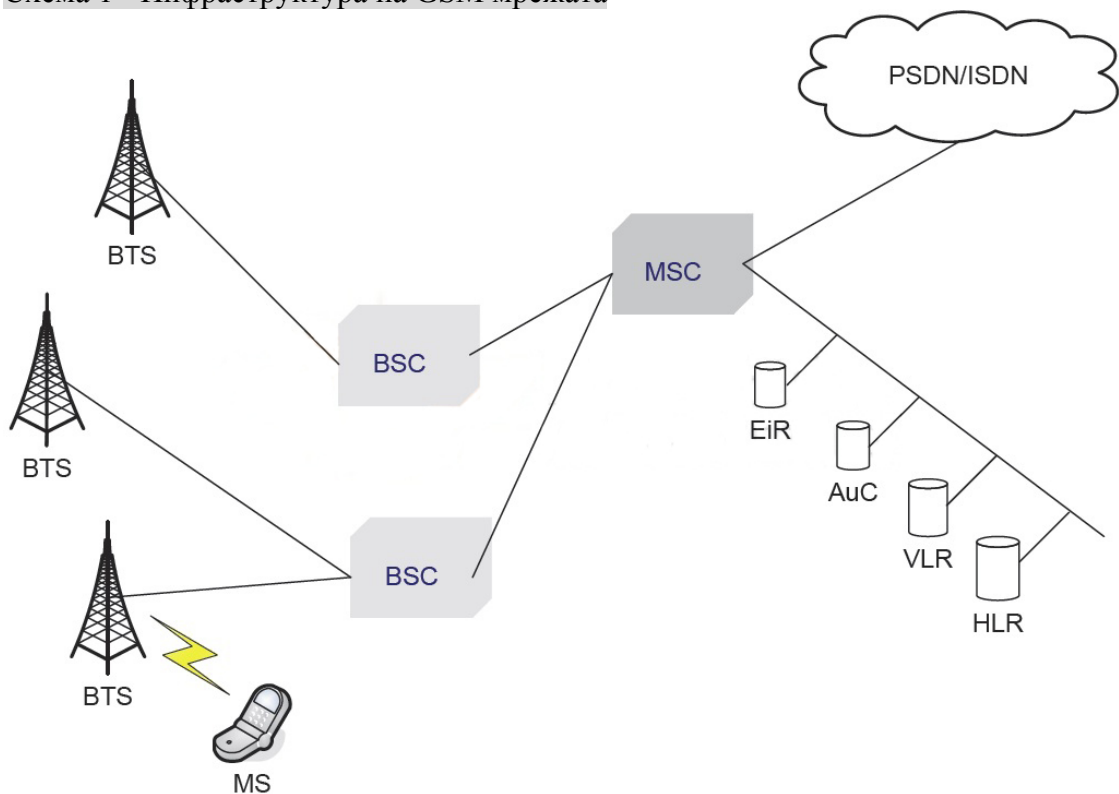
Глобалната Система за Мобилна Комуникация (Global System for Mobile Communications - GSM) се създава през 1982 година като интернационален стандарт, когато тринадесет европейски държави подписват Меморандум за разбирателство (Memorandum of Understanding - MoU). Страните се споразумяват за изграждането на стандартизирана комуникационна система, която да оперира на 900 MHz-ов спектър. GSM първоначално е наречен Groupe Spécial Mobile - научна група формирана през 1982 от Европейската конференция на пощите и телеграфите (Conference of European Posts and Telegraphs - CEPT), с цел да разработи пан-Европейска мобилна мрежа, която да отговаря на следните критерии:

- Добро качество на речта
- Ниска цена на терминалите и услугата
- Поддръжка на интернационален роуминг
- Възможността да поддържа преносими терминали
- Поддръжка на нов набор от услуги и съоръжения
- Спектрална ефективност
- ISDN съвместимост

GSM използва дигитална технология и често е наричана 2G мобилна клетъчна система. През 1987 година за база на дигиталната система се избира теснолентовата TDMA технологията. Часовите зони за многостранен достъп (TDMA) представляват технология за предаване на няколко различни канала по един и същ радио или линейен канал. Радиочестота се разделя на няколко времеви слота, а на слотовете се разпределят

различните разговори. По този начин, дадена честота може да поддържа много канали за данни по едно и също време. Технологиата влиза в Европейския институт за телекомуникационни стандарти през 1989. Архитектурата на GSM мрежата се изгражда от няколко базови радиоприемащи станции (BTS), групирани и свързани с обща базова контролна станция (BSC). Заедно, BTS и BSC станциите формират Подсистема на базовите станции (BSS). Няколко BSC станции са свързани с Мобилен център за комутация (Mobile Switching Centre -MSC), който може да се свързва с няколко бази данни като посетителски регистър на местоположението (visiting location register - VLR), домашен регистър на местоположението (HLR) и регистър за идентификация на оборудването (EIR).

Схема 1 - Инфраструктура на GSM мрежата



### 5.1.1 Функциите на различните елементи на GSM системата

**MSC** управлява определена географска зона с разположени в нея BTS и BSC, осъществява връзките в GSM-мрежата от и към абоната, осигурява интерфейсът между GSM и телефонните мрежи за общо ползване, другите мрежи за радиовръзка, мрежите за предаване на данни. Изпълнява също функциите по маршрутизация на повикванията, управление на повикванията, шафетно превдане на обслужването при преместване на MS от една клетка в друга. След края на повикването, MSC обработва свързаните с него данни и ги предава в изчислителния център за оформяне на сметката за предоставените услуги, а също така набира статистически данни.

**HLR** съдържа база данни за абонатите си, където се съхранява информация за предоставяните на дадения абонат услуги, информация за състоянието на всеки абонат,



необходима в случай на повикването му, а също Международен Идентификатор на Мобилния Абонат (IMSI — International Mobile Subscriber Identity), който се използва за установяване автентичността на абоната (при помощта на AUC). Всеки абонат е придаден към един определен HLR. Към данните в HLR имат достъп всички MSC и VLR в дадената GSM-мрежа, а в случай на междумрежови роуминг — и MSC на другите мрежи.

VLR осигурява мониторинга на придвижването на MS от една зона в друга и съдържа база данни за преместващите се абонати, намиращи се в дадения момент в тази зона, включително и абонатите на други GSM-системи — така наречените роумери. Данните за абоната се изтриват от VLR в случай, че абонатът се премести в друга зона. Такава схема позволява да се съкрати количеството запитвания към HLR за даден абонат, а следователно и времето за обслужване на повикването.

AuC - Тук става установяване на автентичността на абоната, по-точно — на неговата SIM-карта (Subscriber Identity Module). Достъпът към мрежата се разрешава само след преминаване на SIM-процедура за проверка на истинността, в процеса на която от AUC към MS (Mobile Station, известна като мобилни/клетъчен телефони) пристига открит ключ, след което в AUC и MS паралелно става шифриране на уникалния за дадения SIM ключ за установяване на автентичността при помощта на също така уникален алгоритъм. След това от MS и от AUC към MSC се връщат **т. нар.** 'подписани отговори' — SRES (Signed Response), които са резултат от даденото шифриране. В MSC отговорите се сравняват, и в случай на съвпадението им установяването на автентичността се счита за успешно.

EIR съдържа база данни, необходима за установяване истинността на MS по IMEI (International Mobile Equipment Identity). Формира три списъка: бял (допуска се за използване), сив (има известни проблеми с идентификацията на MS) и черен (MS, забранени за обслужване).

Всяко мобилно устройство се идентифицира по уникална международна мобилна идентичност (IMSI). IMSI включва следното:

- Мобилен код на страната
- Мобилен мрежов код
- Мобилен абонатен идентификационен код

Информацията от IMSI е капсулирана в СИМ карта (Subscriber Identity Module - SIM).

### 5.1.2 Предоставяни услуги

GSM осигурява поддръжка на следните услуги:

- Предаване на данни (синхронен и асинхронен обмен на данни, включително пакетно предаване на данни (GPRS). Тези услуги не гарантират съвместимост на терминалните устройства, а осигуряват само предаване на информация към и от тях.

- Предаване на говорна (гласова) информация
- Предаване на кратки съобщения (SMS)
- Предаване на факс съобщения

Допълнителни услуги (не се предоставят задължително):

- Определяне на повикващия номер и ограничаване на такова определяне
- Безусловно и условно прехвърляне на повикването към друг номер
- Изчакване на повикване
- Конферентна връзка (едновременна гласова връзка между три и повече подвижни станции)

- Забрана на определени от абоната услуги (международни и роумингови повиквания и др.)

## 5.2 High Speed Circuit Switched Data (HSCSD)

Усъвършенствана модификация на мобилната мрежа GSM, позволяваща да се обединят четири нискоскоростни канала 14,4 Kb/s за достигане на скорост - 57,6 Kb/s. За разлика от GPRS, се използва метода на комутация на канали. HSCSD е предназначен за предаване на мултимедийни сигнали и е подходящ за видео конферентна връзка.

## 5.3 General Packet Radio Services (GPRS)

Пакетно базираната технология General Packet Radio Service за пренос на данни в безжични комуникационни е услуга, използвана в GSM, CDMA, и TDMA. Пакети от данни се пренасят между GSM, MS и други мрежи. GPRS поддържа най-популярните пакетно-базирани интернет протоколи, като Internet Protocol (IP) и X.25 (използван главно само в Европа) и позволява приложения от тези протоколи да работят посредством GSM връзка. GPRS е голяма стъпка към миграцията към 3G мрежи. GPRS изисква известна модификация на GSM мрежата (виж таблица 3) GPRS се използва най-често за: чат, мобилен интернет, e-mail, споделяне на файлове, трансфер на данни и много други.

Таблица 3 - Модификации на GSM мрежата за GPRS

Елемент от GSM мрежата	Необходими нововъведения за GPRS
MS (Mobile Station, известна като мобилни/клетъчен телефони)	Нов мобилен телефон, поддържащ GPRS е необходим, за да може потребителя да се възползва от технологията
BTS	Софтуерно обновяване
BSC	Софтуерно обновяване и вграждане на допълнителен хардуер – PCU (Packet Control Unit).
GSM мрежата	Въвеждането на GPRS изисква добавяне на нови основни елементи в архитектурата на GSM мрежата – SGSN (Serving GPRS Support Node) и GGSN (Gateway GPRS Support Node)
Бази данни (VLR, HLR и т.н.)	Всички бази данни в мрежата се нуждаят от софтуерни обновления за да се възползват от GPRS

## 5.4 EDGE

Абревиатурата EDGE се разшифрова като Enhanced Data Rates for Global Evolution, понякога се нарича и Enhanced Data Rates for GSM Evolution, също така тази технология може да се определи и като e EGPRS, или Enhanced GPRS (разширен GPRS). Технологията подобрява 2G и 2.5G мрежите, като се счита за разширение или усъвършенстване на GPRS. EDGE предоставя високоскоростен мобилен интернет през вече съществуващата GSM инфраструктура. Следователно, EDGE се смята от мобилните оператори като добра инвестиция с малък риск. EDGE подобрява и увеличава скоростите не само на GPRS, но и на HSCSD (High Speed Circuit Switched Data) като респективно усъвършенстваните технологии се озаглавяват EGPRS и ECSD. Както вече се спомена, EDGE не изисква никакви модификации на мрежата, но са

необходими нови мобилни телефони, за да може потребителят да се възползва от услугата.

Скоростите, постижими чрез EDGE достигат 473 kbps, поради което технологията влиза като част от 3G стандартите.

Благодарение на EDGE, GSM прави поредна крачка към мултимедийно развитие, позволяващо по-богат набор от услуги и забавления (таблица 4).

Таблица 4 - Услуги предоставяни от EGPRS и ECSD

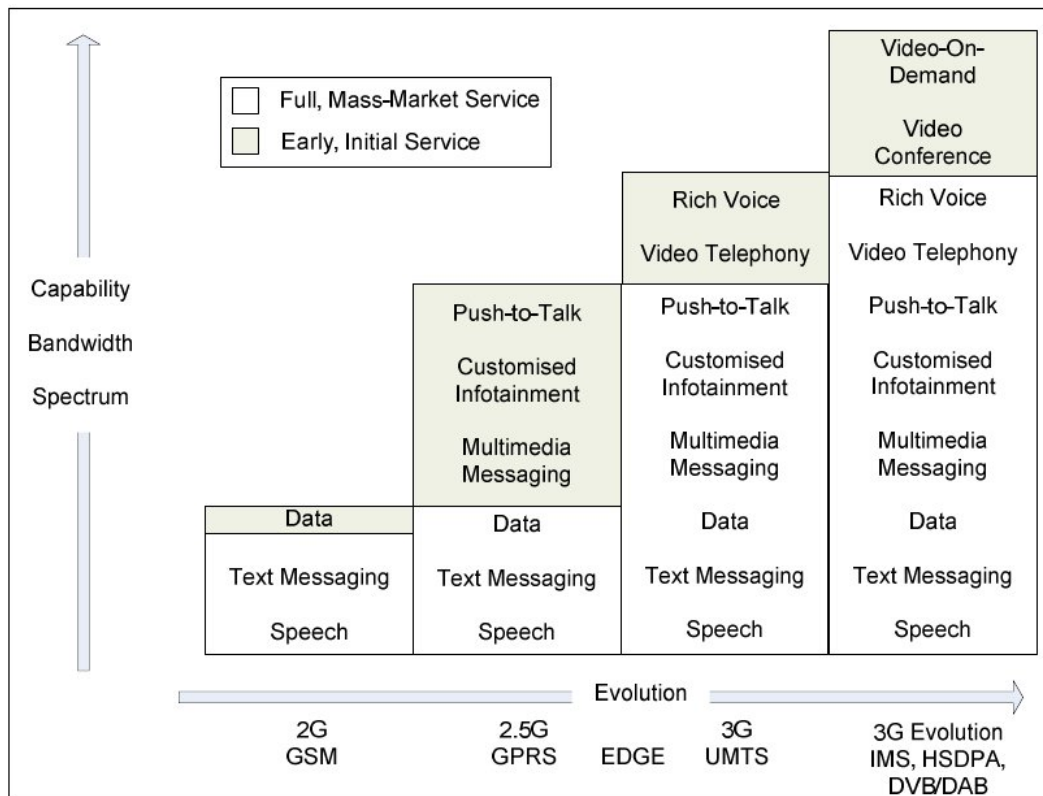
EGPRS	ECSD
<ul style="list-style-type: none"> <li>• On-line E-mail</li> <li>• Web</li> <li>• Enhanced short messages</li> <li>• Wireless imaging with instant pictures</li> <li>• Video services</li> <li>• Document and information sharing</li> <li>• Surveillance</li> <li>• Voice over Internet</li> <li>• Broadcasting</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• E-mail download and upload</li> <li>• Bandwidth-secure mobile high speed LAN access</li> <li>• File transfer</li> <li>• Vertical applications such as batch-type field sales information or document transfer</li> <li>• Real-time applications demanding a constant bit rate and transmission delay</li> <li>• Time-critical wireless imaging</li> <li>• Mobile videophony</li> <li>• Video on demand</li> <li>• Live video streaming</li> </ul>

Източник [32]

## 5.5 3G

3G мобилните мрежи позволяват предаване на мултимедийни данни, както и глобален роуминг през клетъчни или други безжични мрежи. Честотната лента на 3G системата варира от 384 kbps до 2 Mbps. Еволюцията до 3G предоставя нови мобилни услуги като видео конференции, които биха били полезно в приложението на телемедицината на базата на тази технология. Следната таблица илюстрира еволюцията на мобилните мрежи както и новите услуги.

Таблица 5 – развитие на услугите на мобилните комуникационни мрежи през поколенията им [34]



3G или Универсална мобилна телекомуникационна система (UMTS) предоставя четири типа услуги:

Клас	Услуга
Разговори	Аудио разговори Видео разговори Видео гейминг
Стрийминг	Мултимедия Видео по заявка Web cast
Интерактивност	Мобилен интернет Мрежови игри Достъп до бази данни
Второстепенни	E-mail SMS Сваляне на данни от интернет

UMTS 3G и бъдещите 4G мрежи биха могли да предложат достатъчно бърза и стабилна връзка, за да позволят безпроблемното функциониране на телемедицински системи, измествайки безжичния LAN.

## 5.6 Безжичен LAN - Wi-Fi

Безжичен LAN или WLAN е безжична локална мрежа, която представлява свързването на два или повече компютъра безжично. WLAN използва технология базирана на радио вълни за да осигури безжична комуникация между две или повече устройства в ограничен периметър. Технологията позволява на потребителите да се движат свободно в обхванатия участък без да губят връзка с мрежата.

Wi-Fi е технология на безжичната локална мрежа (WLAN), базирана на спецификациите от серията IEEE 802.11. Първоначално тя е лицензирана от Wi-Fi Alliance. Била е разработена, за да бъде използвана от преносимите изчислителни устройства, като преносими компютри, в локални мрежи (LAN), но сега все повече се използва и за други услуги, включително Internet и VoIP, игри, базово свързване на потребителска електроника, като телевизори и DVD устройства или цифрови камери. Разработват се много нови стандарти, които ще позволят Wi-Fi да се използва в автомобилите по магистралите, при поддръжката на ITS за повишаване на сигурността и при мобилната търговия. Wi-Fi и Wi-Fi CERTIFIED логата са регистрирани търговски марки на Wi-Fi Alliance - търговската организация, която тества и сертифицира оборудването съгласно стандартите от серията 802.11. Семейството от 802.11 стандарти включва множество модификации, като всички използват един и същи протокол. Най-популярни са 802.11a, 802.11b, 802.11g и 802.11n.

### 5.6.1 Как работи Wi-Fi

Типичната Wi-Fi среда съдържа една или повече Безжични точки за достъп (ТД) (Wireless access point, Access Point (APs), както и един или повече клиенти. Една ТД излъчва своето SSID (Service Set Identifier, "Network name", "Име на мрежа") чрез пакети, които се наричат маяци (beacons), които обикновено се излъчват всеки 100ms. Маяците се излъчват на 1 Mbit/s, и са относително къси като продължителност и затова нямат значителен ефект над производителността. Тъй като 1 Mbit/s е най-ниската скорост на Wi-Fi, това означава, че клиентът, който получава маяка, може да комуникира с поне 1 Mbit/s. Основавайки се на настройките (например на SSID), клиентът може да реши дали да се свърже с ТД. Ако две ТД имат еднакъв SSID и са в обсега на клиента, клиентският фърмуеър може да използва силата на сигнала, за да реши към коя ТД да се свърже. Wi-Fi критериите за стандартни нива връзка и роуминг са напълно отворени за клиента. Това е силата на Wi-Fi, но също означава, че един безжичен адаптер може да предава по-добре от друг. Понеже Wi-Fi предава във въздуха, той има същите настройки, както и несуичнатите Ethernet мрежи и затова е възможно да се получат колизии. За разлика от кабелния Ethernet и подобно на повечето пакетни радиа, Wi-Fi не може да разграничи колизиите, вместо това използва пакетна размяна (RTS/CTS се използва за Collision Avoidance или CA), за да избегне колизиите.

### 5.6.2 Канали

С изключение на 802.11a, който работи на 5 GHz, Wi-Fi използва спектъра около 2.4 GHz, която е стандартизирана като нелицензирана според международно съглашение, въпреки че определянето на точната честота варира слабо в различните части на света, като максимално разрешена мощност. Както и да е стандартизиран броя на каналите по света, така одобрените честоти могат да се определят от броя на каналите.

Честотата за 802.11 b/g е от 2.400 GHz до 2.487 GHz. Всеки канал е 22 MHz широк, като съществува 5 MHz стъпка до следващият по-висок канал.

Максималният брой налични канали за Wi-Fi са:

- 13 за Европа
- 11 за Северна Америка
- 14 за Япония

В Северна Америка, е препоръчително да се използват само канали 1, 6, и 11 за 802.11b/g, за да се минимизира интерференцията от близко стоящите канали.

### 5.6.3 Ползи от безжичния Wi-Fi

- **Удобство** – безжичният характер на тези мрежи позволява на потребителите си достъп до мрежата от всяка удобна за тях точка в рамките на покритата площ.
- **Мобилност** – с появата на публични безжични мрежи, потребителите имат достъп до интернет, дори и извън стандартната си работна среда. Повечето вериги кафенета, например, предлагат на своите клиенти безплатна безжична връзка към интернет.
- **Продуктивност** – потребителите, свързани към безжична мрежа, могат да поддържат постоянна и стабилна връзка с желаната от тях мрежа, докато са в движение. За бизнеса това означава, че даден служител може да бъде потенциално по-продуктивен в работата си и да я извършва от всяко удобно място.
- **Мобилизация** – първоначалната настройка на инфраструктурата на една безжична мрежа изисква не повече от една точка за достъп. Кабелните мрежи, от друга страна, изискват допълнителни разходи и труд в прокарването на кабели на трудно достъпни места.
- **Разширяемост** – безжичните мрежи могат да обслужват внезапно увеличен брой потребители без да е необходимо промяна или закупуване на нов хардуер. При кабелна мрежа, новите клиенти ще изискват в най-добрия случай допълнителни кабели.
- **Цена** – безжичният мрежови хардуер е малко по-скъп от кабелните алтернативи. Независимо от това, по-високата цена се компенсира при спестяването от закупуване на кабели и заплащане за монтирането им. В последните години, цените на Wi-Fi устройствата постепенно падат, правейки Wi-Fi икономична и удобна алтернатива за изграждане на мрежи, а и също така все повече устройства разполагат с Wi-Fi, като например мобилни телефони и mp3 плейъри.

### 5.6.4 Недостатъци на Wi-Fi

Безжичната LAN технология, макар и предоставяща редица удобства и предимства, описани по-горе, има и своите недостатъци. За определени мрежи, безжичната връзка не е желателна, главно поради ограниченията на технологията.

- **Сигурност** – безжичните LAN приемо-предаватели (рутери) са предназначени да обслужват компютри в определена зона на базата на радиочестоти. Поради ограниченото място в корпуса на мобилните компютри и високата цена, вградените антени в тези мобилни устройства са сравнително слаби. За да може рутера да комуникира успешно и качествено с тези устройства, използва значително голямо усилване на сигнала и консумира голямо количество енергия. Това означава, не само, че външен потребител със същия лимитиран хардуер може да прихване чужда безжична мрежа, но и с помощта на малко по-скъпа и висококачествена антена, сигналът може да бъде прихванат от забележително разстояние, надхвърлящо многократно първоначално покривания периметър. За да се защитят от такива намеси, безжичните мрежи използват различни технологии за криптиране на сигнала като WPA например. Някои стари криптиращи методи като WEP, са известни като вече не надеждни, тъй като са открити слабости в системата и хакването им е вече възможно.
- **Обхват** – типичният обхват на една 802.11g мрежа със стандартно оборудване е няколко десетки метра. Макар и напълно достатъчно за покритие на среднестатистическо жилище, обхвата е неудовлетворителен за по-голяма сграда. Обхватът варира в зависимост от честотната лента. За да се разшири периметъра на действие, е необходимо закупуване и изграждане на допълнителни точки за достъп, като струпането на хардуер по този начин много бързо вдига цената на мрежата.

- **Надеждност** – също като всички радио вълни, безжичните мрежови сигнали са податливи на широк спектър от смущения. За да се избегнат нежеланите ефекти, се използват разнообразни технологии като phase-shift keying (PSK) или quadrature amplitude modulation (QAM), които значително намаляват смущенията. Поради тази причина обаче, важни мрежови ресурси като сървъри например рядко са свързани безжично. Също така много 2.4 GHz 802.11b и 802.11g точки за достъп използват един и същи канал, което често довежда до задръстване на определени канали.
- **Скорост** – скоростта за обмен на данни в безжична мрежа (обикновено между 1 и 108 Mbps) е относително ниска в сравнение с най-бавните кабелни мрежи (от 100Mbit/s до няколко Gbit/s). Наблюдават се и известни проблеми с производителността, причинени от TCP и вградените му защиты от задръствания. За повечето потребители, обаче това не е проблем, тъй като скоростта им за връзка с мрежата не се ограничава от рутера, а от интернет доставчика им. Например, максималната скорост на ADSL връзката (обикновено 8Mbit/s или по малко) предлагана от телекомуникационните компании за домашно ползване е значително по-ниска от това което хардуера може да предложи като максимум. В бизнес средата обаче, максималната скорост предоставяна от кабелните мрежи може да се окаже необходима и задължителна. Новите стандарти като 802.11n, се опитват да коригират този недостатък като увеличават максималната пропускателна способност в диапазон между 100 и 200 Mbit/s.
- **Енергия** – консумацията на енергия и отделянето на топлина са значително по-високи в сравнение с други стандарти, а и също така допринасят за по-краткия живот на батериите на мобилните устройства.

## 6. Безжични телемедицински системи

Основните приложения на телемедицинските системи, които следва да бъдат представени са насочени към мониторинг на хронични заболявания като диабет или предоставяне на специализирана медицинска помощ в отдалечени региони.

Системите за превенцията и мониторинг на хронични заболявания, като цяло, се възползват главно от 2G и 2.5G (GPRS) GSM технологии поради високата им достъпност и ниска цена, като технологии като EDGE се използват не преднамерено. Наличието им единствено води до по-бърза връзка и цялостно функциониране, но присъствието им по никакъв начин не е задължително.

Wi-Fi Интернет връзката е предпочитаната технология в отдалечени или слабо развити региони.

Технологичният коктейл от възможности за реализация на телемедицински системи независимо дали са безжично решени или не, предлага богат набор от платформи за предлагане на здравни грижи. Потребностите и възможностите на всяка от системите, които ще представим, са решени с различна технология.

### 6.1 Безжични телемедицински системи за дистанционни грижи на хронично болни

Телемедицинските системи са предлагани като средство за мониторинг и профилактика за диабетици вече близо две десетилетия. Грижите за пациентите, болни от диабет, могат да бъдат посочени като пример за мениджмънт на хора с хронични заболявания. Интеграцията между първичните и вторични медицински грижи, развиването на саморегулация и проследяване на заболяването от страна на пациента, както и системни проверки на развитието и контрола на болестта, често се разминават

като в последствие се установяват редица усложнения и неблагоприятни развития в хода на болестта, които биха могли да бъдат избегнати със системна профилактика. Телемедицинските системи могат да предложат иновативни подходи за разрешаване на тези проблеми, оптимизирайки грижите за пациента. Мобилните телефони, които поддържат GPRS предлагат атрактивно решение за установяване на мобилна връзка за комуникация и обмен на данни между пациент и лекар. Голяма част от населението вече притежава мобилен телефон, като използването им от млади хора и деца е високо, като съвременните GPRS мобилни телефони притежават всички необходими функции за да могат да бъдат използвани за такива цели:

- изпращане и получаване данни в реално време
- големи цветни дисплеи
- компактна клавиатура
- изчислителна мощ

### **6.1.1 OBS Medical**

OBS Medical е новото име на компанията сформирана от сливането на Oxford Biosignals, t+ Medical и Vivates от 19 Януари 2010 година. Компанията предлага пълен набор от продукти и решения в сферата на здравеопазването и клинични проучвания, съобразени с нуждите и възможностите на клиентите си.

### **6.1.2 T+diabetes**

**t+ diabetes** е телемедицинско решение за мониторинг и профилактика на пациенти с диабет. Системата включва следните елементи:

1. Софтуер, който работи на почти всеки мобилен телефон или всяко РС с уеб браузър
2. Мониторинг от медицинско лице част от t+ системата (незадължително)
3. Оборудване – мобилен телефон, време за разговори, медицински изделия (незадължително)

➤ **Системата се състои от:**

- Годишен абонамент на базата на мобилния номер на пациента
- t+ софтуер за мобилен телефон
- Безплатни телефонни услуги за клиента
- Хост сървър
- 24x7 ИТ поддръжка
- Уебсайт за здравния персонал
- Уебсайт за пациенти
- Уеб услуга за API достъп до информацията

➤ **Функционалност на системата:**

- Незабавна двупосочна връзка със системата посредством мобилния телефон на пациента.
- Гъвкав въпросник отнасящ се до нивата на кръвната захар, физическа активност и количеството на използвания инсулин.
- Сигурно размяне на съобщения между лекар и пациент посредством t+ системата, придружено от поддръжка на стандартни SMS съобщения и уебсайт за административен персонал и здравни лица, които следят за използването на системата.

➤ **Съвместимост:**



Мобилният софтуер работи на над 80 мобилни телефона и над 10 мобилни мрежи включително GSM, CDMA, Wi-Fi.

➤ **Качество:**

t+ Medical са одитирани по ISO9001,ISO13485, TickIT

➤ **Сигурност:**

Сигурно 128 bit SSL кодиране на всички комуникационни данни. Сървърите се съхраняват на физически безопасни места с постоянен надзор.

➤ **Надеждност:**

Стабилна Linux операционна система с 24 часово наблюдение. Доказана в повече от 20 клинични проучвания.

➤ **Оперативна съвместимост:**

Услуги на уеб интерфейса:

- Позволява извличане на необработени данни

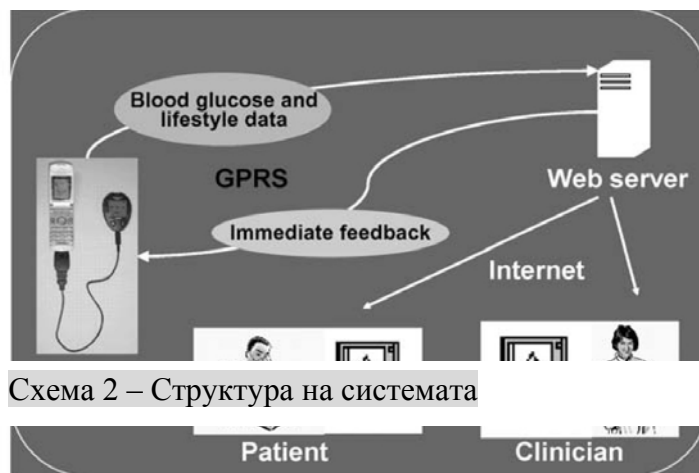
- Система за съобщения за потребителите

➤ **Технически характеристики:**

- **Телефони** - всички големи производители. Над 60 Европейски и 24 Американски мобилни телефони тествани и одобрени.
- **Изисквания към мобилния телефон** - JAVA MIDP 2, цветен дисплей, HTTPS
- **Мрежа** - GSM, CDMA, CDMA-2000, Wi-Fi. Изпробвана на седем Английски GSM мрежи (O2, Vodafone, T-Mobile, Orange, Virgin, talktalk, Fresh), две Американски мрежи (AT&T, Sprint), една Френска (SFR) и Ирландския Vodafone. Тестването и на други мрежи предстои, включително Verizon, Alltel и T-Mobile САЩ
- **Уебсайт** - сигурна SSL защита, контрол на достъпа; високо ниво на статистика и KPI проследяване
- **Сървър** - поделен t+ сървър или собствен хост. Всеки сървър разполага с 3 диска за данни с RAID5 конфигурация и 2 диска с операционната система (RAID0); Linux операционна система; SQL база данни; J2EE софтуер; пълно съхраняване и възстановяване на данните (ежевечерни архивирания); специализирана защитна стена; двата сървъра са разположени в регионални убежища (в Лондон, Англия в ISO27001сертифицирана сграда и в Тексас, САЩ); информационните центрове на регионалните убежища разполагат с биометрични скенери, четци за карти за достъп, бронирани прозорци, видео наблюдение, 24x7 пазачи N+1,UPS, дизелови генератори за енергия, VESA противопожарна система.

### 6.1.2.1 Преглед на системата

Системата е разработена от Департамента по инженерни науки към Университета Оксфорд в сътрудничество с e-San Ltd, и реализирана на базата на мобилен телефон Motorola T720i и One Touch Ultra глюкомер. Необходимият софтуер, с който мобилния телефон комуникира с глюкомера, е въведен в базата на Java платформата. Същия софтуер предава информацията от глюкомера и вградения в програмата въпросник/дневник към отдалечен защитен сървър, като същевременно показва събраната информация на цветния дисплей на самия телефон (виж схема 2).



**Figure 1** Schematic of the phone/server/web/clinician/patient system

Допълнителен софтуер се разработва, за да позволи анализ на събраните данни и извеждането им в сигурна, уникална за всеки пациент, уеб страница. Връзката между мобилния телефон и глюкомера се осъществява чрез специално изработен за целта кабел, като в последствие се разработва връзка между двата апарата чрез безжичната Bluetooth технология.

Форматът на пациентския дневник, телефонно и уеб базираната обратна връзка са създадени след консултации със специалисти клиницисти, за да се подsigури оптимална работа и лекота на употреба. След като системата е изпробвана от група пациенти, страдащи от диабет от първи тип, са внесени известни промени в реда и начина на въвеждане на информацията, както и в принципа на извеждане резултатите на дисплея на телефона.

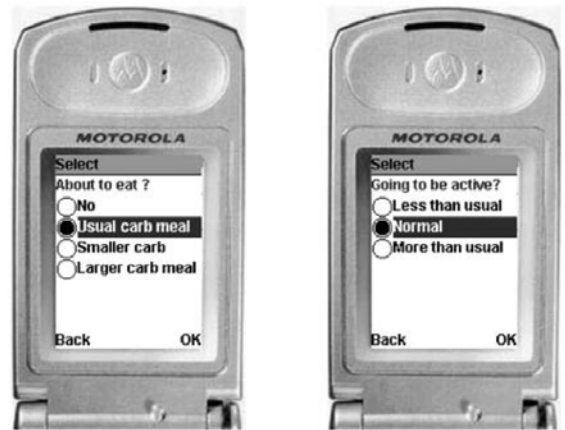
Технологията, която се използва за пренос на данни е GPRS (2.5 G GSM мрежа) с активирана опция 'винаги включен за непрекъсната връзка със сигурен централен сървър' (интернет връзката е изцяло през мобилния телефон). При наличието на други по съвременни безжични мрежи, системата може да работи и с тях (3G, Wi-Fi). Графичният формат на обратната връзка след събиране на информацията, и на мобилния телефон и на уеб страницата, е консултирана както с пациентите, така и с клиницистите, подsigурявайки възможно най-лекия и разбираем начин за поднасяне на информацията.

### **6.1.2.2 Пренос на данните**

Преди инжектирането на инсулин, на пациента се напомня да свърже мобилния си телефон чрез кабел или Bluetooth с глюкомера (Фигура 1). При свързване на двата апарата, специализираният софтуер в телефона се активира, след което на дисплея на телефона се изобразяват инструкции за измерване на кръвната захар. След като резултатите от измерването на кръвната захар се покажат на дисплея на телефона, пациентът бива запитван за планирания прием на храна, физическа активност и приетото количество инсулин (виж фигура 2). Попълването на въпросника от пациента отнема средно 15 секунди. Телефонният дневник позволява попълване на допълнителна информация и оплаквания като например хипогликемия.



Фигура 1 – Снимка на мобилен телефон и свързания с него глюкомер

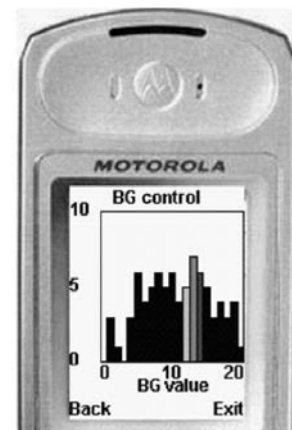


Фигура 2 – Снимка на телефонния дневник

### 6.1.2.3 Телефонно базирана обратна връзка

След изпращането на данните от въпросника и резултатите от анализа на кръвната захар, сървърът връща към телефона обратно резюмирани резултати за нивата на кръвната захар за предходните 24 часа, както цветна хистограма с данни от предишните две седмици (виж Фигура 3).

Стойностите по хистограмата са строго индивидуално съобразени, като всеки пациент разполага със собствени прагови минимални и максимални нива на кръвната захар, спрямо състоянието му и стадия на развитие на болестта. Съществува цветова индикация на хистограмата, индикираща нивата на стойности на кръвната захар. Извеждането на данните по този начин и редовното им следене, би стимулирало пациентите да обръщат повече внимание към приема на инсулин и да коригират приеманите дози при нужда своевременно.

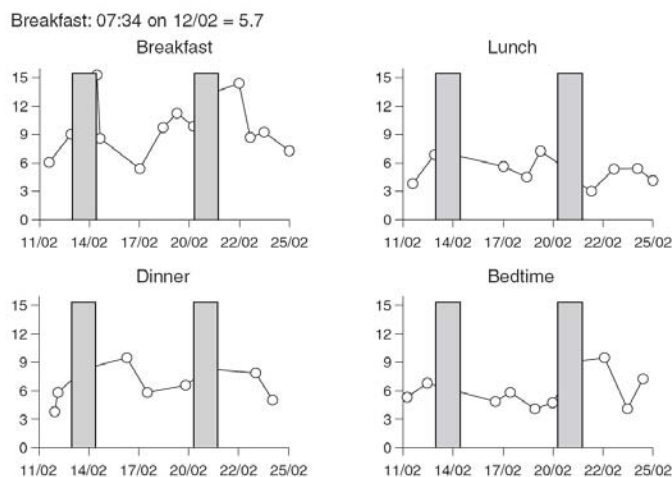


Фигура 3 – Снимка на хистограмата показвана на дисплея на телефона

Figure 4 Picture of feedback histogram on phone screen

### 6.1.2.4 Уеб базирана обратна връзка

Достъпът до информацията на сървъра е става и чрез стандартен интернет браузър, посредством личната страница на пациента защитена с парола. Данните са достъпни с ясно дефинирани различни права за достъп поделени между пациент, здравно лице и техническа поддръжка. Интернет страницата предоставя статистика, изградена на базата на всички измервания, разделени на времеви пояси (сутрин, обяд, вечер и преди лягане - виж Фигура 4). Средните стойности на кръвната захар и приема на инсулин също се извеждат, придружени и от стандартното им отклонение.



Фигура 4 – Интернет статистика

### 6.1.2.5 Връзка между лекар пациент посредством интернет страницата

Наблюдаващото здравно лице (медицинска сестра или лекар) може да се свърже с пациента по няколко начина. SMS съобщения могат да се изпращат, за да обърнат вниманието на пациента към определен проблем. Също така, съществува възможността пациента да активира услугата „SMS напомняне”. Мобилният телефон може да бъде използван за директна връзка с пациента при необходимост или за оставяне на гласови съобщения. Тези услуги са демонстрирани от медицинското лице на пациента при първата им среща.

Посредством тези подходи, на пациента се предоставя информация за оптимална саморегулация на болестта. Образователна информация също се предлага по подобен механизъм, като се покриват аспекти относно по-подробно запознаване със спецификите на болестта, фактологични съвети, как да се изчисли оптималната доза инсулин на базата на приеманата храна, как да се постъпва при определени проблеми, мотивиране на пациента чрез окуражаващи съобщения и други.

В началото на програмата пациентите биват насърчавани да използват глюкомера си поне четири пъти дневно – преди всяко ядене и преди лягане – за да предоставят данни на базата, на които, да се установи оптималното количество и режим за прием на инсулин. След тези първоначални измервания повечето, пациенти внасят промени в приема си на инсулин и преминават към по-оптимални стойности на кръвната захар. Отчитането на нивата на кръвната захар по часове, преди лягане и преди закуска позволява промените в кръвната захар през нощта да бъдат установени. Медицинското лице, използва тези данни при разговори с пациентите.

Причините за флукуацията в нивата на кръвната захар преди закуска, както и вариране на кръвната захар преди лягане или прием на допълнителна храна през нощта, или нощна хипогликемия (хипогликемия означава нива на кръвната захар в кръвта, които са под нормата) могат да бъдат изследвани, използвайки подробно и хронологично събраната информация.

Нивото на кръвната захар преди всяко хранене се изследва, с цел постигане стабилен режим на хранене и прием на инсулин. Също така се обсъждат сутришните нива на кръвната захар, както и промените, настъпващи при хранене и физическа активност.

На базата на тази информация и разговорите с пациента се оформят модели, с които да се обяснят вариациите на кръвната захар през различните дни.

Описаната телемедицинска система, базирана на GPRS технологията и мобилен телефон, демонстрира иновационен начин за връзка лекар пациент, пренос на медицински данни и промотира пациента към по-задълбочена и отговорна саморегулация. Потенциалните ползи от системата са доказани в клинични изпитвания.

Технологията зад t+ diabetes позволява разгръщането и адаптацията ѝ и към други хронични заболявания, при които редовното отчитане и следене на болестта биха спомогнали за повишаване качеството на живот на пациента и по-добрия контрол над болестта.

Такива системи се предлагат от OBS Medical в лицето на – t+ asthma , t+ blood pressure и t+ COPD. Всички те са клинично изпитани и работещи в момента, и следват да бъдат накратко представени.

### **6.1.3 t+ Asthma**

**T+ asthma** е система, създадена за да помогне астматично болните да регулират по-добре болестта си. Пациентите попълват електронен дневник през мобилния си телефон или уеб сайт, записвайки субективни симптоми и оплаквания, въпроси свързани с медикаментите им и измервания на PEF (PEF - peak expiratory flow - върхов експираторен дебит. Използва се при спирометрията- това е метод за изследване на белите дробове). Тази информация се изпраща автоматично до централизиран сървър с интернет страница, която е достъпна за клиницисти или личния лекар на пациента. Лекарите имат достъп до предишна информация на пациента в различни формати за да следят по-добре развитието и състоянието на болестта, като в допълнение може да се предоставят данни за околната среда като замърсяване на местно равнище.

#### **6.1.3.1 Функции**

- Пациентите попълват електронен дневник през мобилния си телефон или уеб сайт. Дневникът съдържа данни за **PEF**, честотата на използване на инхалатора и субективни симптоми *inhaler*
- t+ Asthma предоставя инстантна обратна връзка на мобилния телефона на пациента след изпращане на данните
- Лесна за употреба
- Всички данни се съхраняват на сигурен сървър и са достъпни по всяко време за пациента и лекаря му за разглеждане и анализ

#### **6.1.3.2 Преимущества на системата**

- Клинично доказано, че намалява използването на инхалатор и спомага за предотвратяване на дихателни проблеми
- Помага на пациентите да преценяват кое е най-добро за тях с помощта на регулярната обратна връзка от системата
- Свободен достъп до медицинско лице за съвети (с работно време)

### **6.1.4 t+ COPD**

**t+ COPD** е решение, ориентирано към пациентите с хронична обструктивна белодробна болест (ХОББ). Пациентите попълват електронен дневник през мобилния си телефон или уеб сайт, записвайки субективни симптоми и оплаквания, въпроси свързани с медикаментите им и измервания на PEF, FEV и SpO2. Тази информация се

изпраща автоматично до централизиран сървър с интернет страница, която е достъпна за клиницисти или личния лекар на пациента. Лекарите имат достъп до предишна информация на пациента и таблици за да следят по-добре развитието и състоянието на болестта на пациент си, като в допълнение може да се предоставят данни за околната среда като замърсяване на местно равнище и температура, и да изпраща бележки или SMS съобщения на болния.

#### **6.1.4.1 Функции**

- Пациентите попълват електронен дневник през мобилния си телефон или веб сайт. Дневникът съдържа данни за **PEF, FEV, SpO2** и субективни симптоми (определени от клиницист)
- Прогнози за нивата на замърсеност на въздуха и атмосферната температура се изпращат регулярно на мобилния телефона на пациента
- Събраната информация се изпраща до централен сървър за незабавна обработка и е достъпна за пациента и лекаря
- Данните се представят под формата на таблици за по-лесна интерпретация и разбираемост от страна на пациента
- Лекарят има достъп до предишни измервания и данни, за да може по-добре да следи развитието и тенденциите на болестта и да изпраща съобщения на пациента при необходимост

#### **6.1.4.2 Препоръки на системата**

- Лесна за употреба – бързо и лесно въвеждане на данните
- Данните могат да се въвеждат през мобилния телефон на пациента или личната му интернет страница в системата
- Пациентите могат да се подготвят адекватно, ако се очакват ниски атмосферни температури или високи нива на замърсяване на въздуха
- Стимулира саморегулацията и повишава общата заинтересованост на пациента към личното му здраве
- Повишена клинична ефективност и улесенен контакт между лекар и пациент
- Пациенти с по-висок риск за влошаване на състоянието си, могат да бъдат приоритизирани в системата, така че данните им да се следят по стриктно от специалист

#### **6.1.5 t+ Blood Pressure**

**t+blood pressure** е предназначен за пациенти, страдащи от хипертония или други хронични заболявания изискващи регулярно следене на кръвното налягане. Пациентите попълват електронен дневник през мобилния си телефон или веб сайт, като вписват телесното си тегло и отчетеното кръвно налягане (систолично и диастолично).

Тази информация се изпраща автоматично до централизиран сървър с интернет страница, която е достъпна за клиницисти или личния лекар на пациента. Лекарите имат достъп до предишна информация на пациента за да следят по-добре състоянието на пациент, като в допълнение може да се предоставят данни за околната среда като замърсяване на местно равнище.

#### **6.1.5.1 Функции**

- Пациентите попълват електронен дневник през мобилния си телефон или веб сайт

- Всички данни се съхраняват на сигурен сървър и са достъпни по всяко време за пациента и лекаря му
- Данните се представят под формата на таблици за по-лесна интерпретация и разбираемост от страна на пациента
- Лекарят има достъп до предишни измервания и данни, за да може по-добре да следи развитието и тенденциите на болестта и да изпраща съобщения на пациента при необходимост

### **6.1.5.2 Препимущества на системата**

- Лесна за употреба – бързо и лесно въвеждане на допълнителните данни. Директна Bluetooth връзка с няколко вида електронни апарати за кръвно
- Данните могат да се въведат през мобилния телефон на пациента или личната му интернет страница в системата
- Стимулира саморегулацията и повишава общата заинтересованост на пациента към личното му здраве
- Повишена клинична ефективност и улеснен контакт между лекар и пациент
- Пациенти с по-висок риск за влошаване на състоянието си, могат да бъдат приоритизирани в системата, така че данните им да се следят по стриктно от специалист

Всички продукти на OBS Medical използват една и съща безжична технология и предлагат висококачествена услуга и лекота за работа.

### **6.1.6 HealthPia**

HealthPia САЩ е иновативна фирма, занимаваща се с производство на персонално медицинско оборудване, по-специално за нуждите на диабетиците. Продуктът на HealthPia е един от първите в света, който комбинира мобилен телефон и глюкомер в едно устройство. Именно тази интеграция отличава HealthPia от конкурентните им. Основната цел на HealthPia е да се възползва от последните иновации в технологичната сфера и да ги представи по възможно най-достъпна и атрактивна форма на клиентите си, като същевременно се старее да предложи и възможно най-висококачествената телемедицинска система.

Системата GlucoPhone (ГлюкоТелефон), включва софтуер Eocene System за мобилния телефон, интернет страница за потребителите си и оторизиран медицински персонал който следи показателите на пациентите.

Интернет порталът напълно замества хартиените статистики, като освен това е програмиран да следи за ниски и високи нива на кръвната захар, и при необходимост алармира чрез SMS съобщение, пациента и отговорното здравно лице.

#### **6.1.6.1 Технологията**

Glucophone™ (Фигура 5) е първият одобрен от FDA „2 в 1” глюкомер и телефон. Glucophone може да бъде програмиран да изпраща текстово съобщение с резултатите от тестваната кръвна захар до родител, лекар или друго лице, но само с предварителното съгласие на пациента. По този начин Glucophone дава още едно ниво на контрол и спокойствие на родителите на малки деца болни от диабет.



Фигура 5

Специално изработеният глюкомер (GlucoPack) изцяло приляга на задния капак на мобилния телефон, като по функционалност не се отличава от стандартен глюкомер, и не променя или въздейства по някакъв начин работата на мобилния телефон. Съвместим е с моделите VX-5200, VX-5300, VX-6100, VX-7000, VX-8100, VX-8300, VX-9800 на LG. Също така компанията предлага и пакети две в едно и с мобилен телефон Motorola Razr, а в близко бъдеще – с iPhone на Apple.

Системата може да се реализира по два начина – с приставка (GlucoPack – фигура 6) или интегрирана (GlucoPhone). Интегрирана е, когато глюкомерът се скъчва с телефона на мястото на капака на батерията, както е показано на графиката по-горе, а свързването от тип приставка се реализира като GlucoPack се свързва чрез комуникационния порт на мобилния телефон (USB порт или друг). Системата използва стандартна GSM 2.5G безжична връзка за да изпраща данните от телефона към уеб сървъра.

Ежедневното опериране със системата (независимо как е реализирана, било то



Фигура 6

интегрирана или с приставка) по нищо не

се отличава от стандартното измерване на кръвна захар с глюкомер. Постава Фигура 7 количество кръв върху тестова лентичка (фигура 7), която се въвежда в предназначения за това място отстрани на GlucoPak и девет секунди по-късно резултатът се показва на екрана на мобилния телефон, изпраща се до уеб сървър и се запазва на сигурно място (фигура 8). Информацията също е достъпна и през компютър чрез интернет страницата, без да е необходимо да се сваля или инсталира допълнителен софтуер. Освен това



результатите също могат да бъдат изпращани и до лекар, родител или друг член на



семейството в реално време при съгласие на пациента.

Фигура 8

### 6.1.6.2 Структура на системата:

- Measuring glucose level with Mobile Phone
- Transmit the Results through Mobile Wireless Network
- Data saved in the Data Center
- Analyzing and Retrieving Data (WEB and WAB)
- Feedback the Analyzed Results to Doctor and/or to Guardians
- Managing Nutrition & Exercise

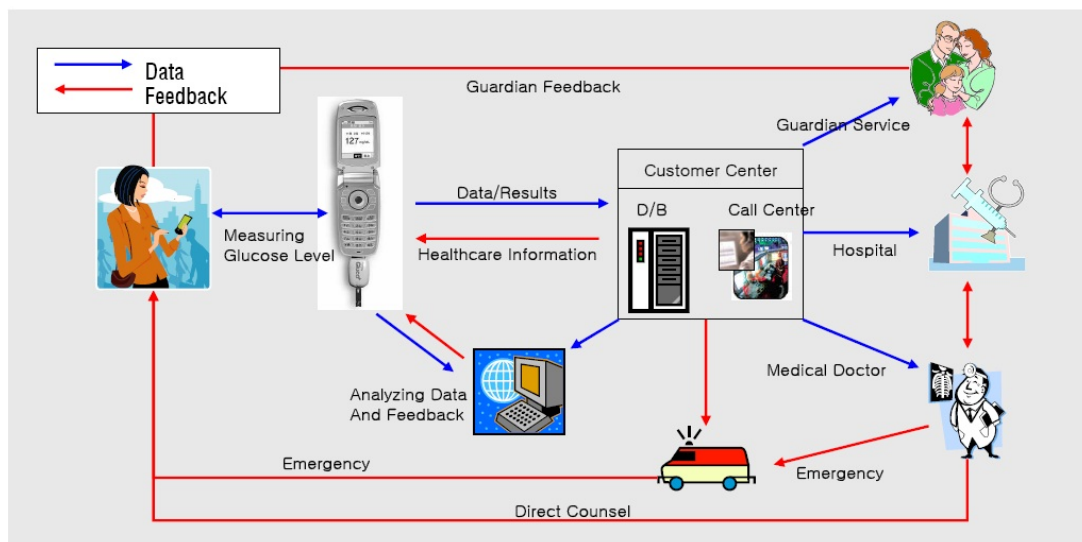


Схема 3 – Структура на системата на HealthPia (Източник [26])

Системата на HealthPia е иновативна, защото комбинира двете устройства необходими за реализирането на системата в едно. Тяното решение е почти напълно автоматизирано и изключително лесно за употреба.

## 6.2 Безжични телемедицински системи за предоставяне на здравни услуги в слабо развити или засегнати региони

Предоставянето на висококачествени здравни грижи в географски отдалечени и/или слабо развити региони винаги е било проблемно по целия свят, а здравните

нужди на населението в тези места често са по-големи поради редица фактори, като по-сурови условия на живот и ниската здравна култура.

Редица страни по света се опитват да разрешат този проблем посредством телемедицина и съвременни безжични технологии като Wi-Fi.

### **6.2.1 Системата Aravind за борба с очните заболявания**

Основна през 1976 година от д-р. G. Venkataswamy, днес Aravind е най-голямата и продуктивна фондация в света за офталмологични грижи. В периода от Април 2007 до Март 2008, около 2.4 милиона човека са прегледани и лекувани, като 285,000 от тях са претърпели очна хирургическа намеса в болниците на Aravind в Мадурай, Тени, Тирунелвели, Коимбаторе и Пудучери (Индия).

Съчетавайки традиционната болница със съвременни високотехнологични офталмологични грижи, Aravind предлага обширни системни услуги в сферата на грижите за зрителния анализатор, като привлича пациенти от целия свят.

'Мадурай е известен най-вече с грандиозните си храмове. Построени преди няколко години, те все още привличат стотици поклонници. Но в последно време, Мадурай привлича стотици нови посетители. Те не са туристи, дошли да разглеждат, те са хора дошли с надеждата да си възвърнат зрението посредством модерната медицина. Те идват в офталмологичната болница на Aravind в Мадурай, която много експерти по света считат за една от най-добрите болници в света.' - **MacNeil/Lehrer Newshour, 1989**

Aravind е член на научната група Технологии и Инфраструктура за Развиващи се Региони (TIER - Technology and Infrastructure for Emerging Regions) в Калифорнийския Университет, Бъркли. Техният опит показва, че за да бъде успешен един проект, реализиран на базата на информационните и комуникационни технологии, трябва да покрива три критерия:

- Да оптимизира или надгражда вече съществуващата система
- Да е финансово независим и самостоятелен
- Да е оперативно самостоятелен

#### **6.2.1.1 Надграждане на вече съществуващата система**

Подобни проекти не се разработват във вакуум; почти винаги съществува вече налична систематика за решаване на определен проблем, макар и да е неефективна. Разработването на новата система трябва да е съобразена с тези практики и да се разглежда като надграждане или оптимизация на вече съществуващия механизъм. Това се налага поради три основни причини:

- Потребителите осъзнават и разбират нуждата, мотивацията и работата на вече съществуващата система, така че вариации на базата на нея ще допринесат за по-бързо усвояване и обучение
- Постига се по-лесно обществено одобрение, което е един от фундаментите за устойчивостта на системата
- Рядко външни лица мога да разберат защо вече съществуващата система работи по този начин, следователно внасянето на прекалено големи промени може да доведе до неочаквани обстоятелства

#### **6.2.1.2 Финансова независимост**

Всеки проект, стремящ се към самостоятелност и устойчиво развитие, трябва да запази своя положителен паричен поток. Проекти, които не успяват да възстановят поне оперативните си разходи, са склонни да се провалят като цяло, особено когато външното финансиране от пилотния проект приключи. По-лесно се постига позитивен

месечен паричен поток отколкото печалба, което предполага достатъчно приходи за да се покрият разходите по първоначалната инвестиция. Въпреки че, печалбата е желана, поддържането на позитивен месечен поток е достатъчно трудно постижимо в развиващите се региони, правейки го реално по-добрата цел на един нов проект. В този ред на мисли, пилотните субсидии трябва да се усвояват за първоначалните разходи, а не да се спестяват за оперативните такива в жизнения цикъл на системата.

### **6.2.1.3 Оперативна самостоятелност**

Голям проблем при внедряването на информационна система в отдалечен регион е поддръжката ѝ. Като в това се включва хранване, хардуер, софтуер и допълнителни нововъведения или надграждане. Практиката на Aravind показва, че местният персонал първоначално трудно се справя с тези задачи, а някои региони не позволяват лесен достъп за специалистите, които да окажат помощ. На база на тези факти, са изведени три основни правила, с цел подсигуриране оптимална независимост на проекта:

- Повишена издръжливост на отделните компоненти
- Лесни за употреба инструменти и механизми за ремонт от страна на местния персонал
- Инструменти за отдалечена връзка със системата от страна на специалисти.

Aravind са развили различни техники за тези цели. За да се повиши самостоятелността на системата се въвежда и трети участник в поддръжката ѝ. Служители на местни ИТ фирми се обучават наред с преките потребители на системата относно принципите на работа и поддръжка, като благодарение на техните компетенции се намалява значително нуждата от специализирана помощ.

### **6.2.1.4 Aravind Eye Care System**

В последните години, TIER спомога на Aravind Eye Care System да разработи безжична телемедицинска система в слаборазвит регион в Южна Индия. Aravind включва пет очни клиники в Мадурай, Тени, Тирунелвели, Коимбаторе и Пудучери в областта Тамил Наду. По обем, тя е най-голямата офталмологична здравна организация в света.

Мисията на Aravind е единна цел – борба с лечимата слепота. Най-честите причини за лечимата слепота са катаракта или рефрактивни нарушения, които са лечими с очила или операция. Броят на лечимо слепите в Индия надхвърля 15 милиона души, поставяйки страната на първо място в света по този показател. Около 70 процента от населението на Индия живее в провинциите, където здравните рискове са най-високи, а същевременно достъпът до медицинска помощ е най-ограничен.

Една от основните причини за лимитираните медицински очни грижи в тези региони е липсата на офталмолози и медицински сестри. Индия разполага само с 10,000 офталмолога обслужващи население от 1 билион, като 90 процента от тези лекари са разположени в големите градове. Провинциалните пациенти обикновено трябва да пропътуват големи разстояния за да получат помощ в клиника или по-голяма болница. Пътните разходи, макар и не много високи по абсолютна стойност, могат да представляват голяма част от приходите на тези хора, и като резултат от това много от тях не могат да си позволят или просто отказват лечение.

### **6.2.1.5 Системата – „Eye camps”**

Първата стратегия за борба с лечимата слепота на Aravind била изграждането на периодични “eye camps” (Очни лагери) в провинциалните области. Екип от лекари, работещи за Aravind, провеждащи пълни прегледи в рамките на един ден, подходът му

покрил максимално седем процента от таргетната си група. Главната причина за това е ниската посещаемост на лагерите от пациенти, поради ниската информираност на посещаваните общности. Транзитната природа на лагерите, довела до ненавременна намеса, ниско ниво или липсващи контролни прегледи и лимитиране на възможните заболявания, които могат да се третират, както и с това решение остава фундаменталният проблем с неравномерното разпределение на лекарите.

### 6.2.1.6 „Vision centers”

За да реши проблема с лекарите, Aravind изгражда модел - *vision center* (очен център), при който лекарите остават в болниците, но преглеждат провинциални пациенти през телемедицинска комуникационна мрежа. Един такъв център (Фигура 9), обикновено се помещава в стая, отдадена под наем от някое местно семейство. Оборудван е с базови офталмологични инструменти за прегледи и персонален компютър с интернет. В центъра работят двама човека (Фигура 10), обучен техник който оперира с офталмологичното оборудване и компютъра и съветник, който провежда профилактичните прегледи на базата на диагнозата и следи развитието им. Хората, които работят в тези центрове нямат специализирано техническо образование, но Aravind ги подготвя специално за функциите, които трябва да могат да изпълняват самостоятелно.



Фигура 9 – Снимка на Очен център

В тези очни центрове техникът провежда общи изследвания, с помощта на апаратурата, за катаракта и рефрактивни нарушения. Съветникът представя резултатите на доктора в областната болница чрез видеоконферентна връзка, след което пациента провежда разговор с доктора. След това, съветникът извършва препоръките на доктора, като например, изписването на рецепти и очила или направления. При преценка на лекаря, консултантът препраща пациента към най-близката болница на Aravind за допълнителни изследвания и терапия, или за операция на катаракта.

Цената на преглед в такъв очен център за пациента 25 цента. Операция на катаракта, ако е необходима, струва до 75 долара (цената варира в зависимост прогресията на болестта) в болницата – същата операция в сходни условия в САЩ струва около 2,000 долара. Въпреки това, две трети от пациентите не могат да заплатят таксата за операция, и я получават безплатно. Това е така и за пациенти дошли сами до болницата, без да са изпратени от очен център на Aravind. Безплатните операции се субсидират от средствата, събрани от платилите си за услугата пациенти.



Фигура 10 – Снимка на персонала работещ в Очния център; (а) показва техникът който работи с апаратурата; (б) показва консултантът който разговаря с лекаря

### 6.2.1.7 Безжичната връзка

През 2005г., болницата на Aravind в Тени, създава три Очни центъра на базата на местната безжична мрежа cogDECT, предоставяна от местен доставчик, занимаващ се с прокарването на интернет в провинциални зони. Всеки възел от системата, включително и централната болница, разполага със скорост към мрежата от 36.5 kb/s. Връзката не е подходяща за видео конференции, но е достатъчно добра за провеждане на аудио разговори. Използването на доставчик за мобилната мрежа ограничил възможностите на Aravind да отваря нови центрове. Въпреки че е бил в готовност с апаратура и персонал, не са могли да изградят новите центрове, тъй като заплануваните им места били в местности, които доставчика не е смятал да покрива. Още същата година, Aravind изгражда собствена външна Wi-Fi връзка за да свърже новооткрития Очен център в градчето Амбасамудрам и болницата в Тени. В началото на 2006 година, с вече установена високоскоростна мрежа от 5-6 Mbps, Aravind-Тени се отказват от cogDECT, и свързват още два нови и вече съществуващите три Очни центъра. Схема 4 показва статуса на безжичната мрежа в Aravind-Тени в момента.

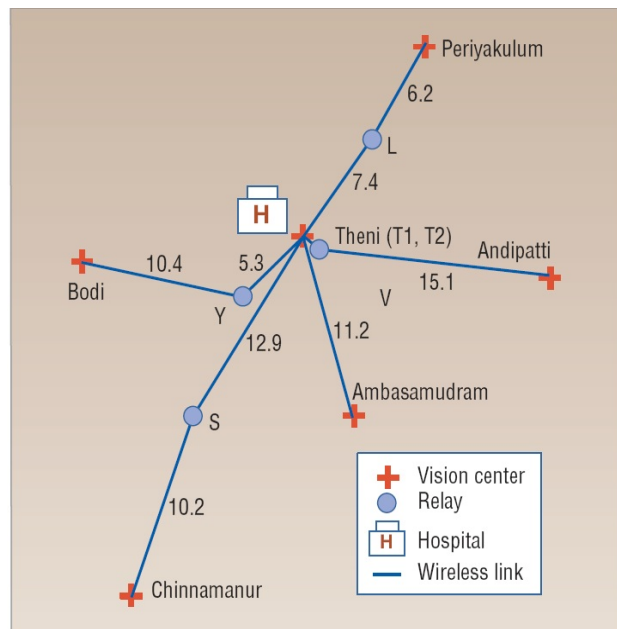


Схема 4 – Структура на Безжичната мрежа на Aravind. Цифрите показват разстояния в километри

### 6.2.1.8 Оптимизация на системата

Таблица 6 показва прираста на пациентите в Очните центрове на Aravind в периода от януари 2006 до декември 2007. Центровете в Амбасамудрам, Андипати и Боди са по-старите които в последствие мигрират към високоскоростната мрежа, докато останалите са нови и съществуват именно благодарение на тази мрежа. Като цяло, през мрежата са преминали 51,205 дистанционни прегледа в рамките на две

години. От май 2007 (от тогава всичките девет центъра са свързани със системата) до декември 2007, системата обслужва средно по 3,632 пациента на месец. Около 75 процента от тези пациенти за пръв път посещават Очните центрове, а останалите 25 процента са пациенти явяващи се за контролни прегледи. Според Aravind, това показва че:

- Новата система от Очни центрове е по-продуктивна от Очните лагери защото пациентите могат да получат редовно здравна помощ и

- Предлаганите офталмологични грижи са поднесени по начин, позволяващ контролни прегледи на всеки пациент

Като цяло, 9,835 пациенти са диагностициране с тежка катаракта или сериозни нарушения на зрението. От тях, 90 процента (8,814) си възвръщат зрението

посредством изписаните им очила или хирургична намеса, по препоръка на лекар от видеоконференциите в очните центрове. Нито едно от тези села не разполага с местен офталмолог, освен Боди, в който има един частен лекар който посещава селището веднъж седмично. След проведени интервюта с пациентите, става ясно, че никои от тях не би потърсил или получил помощ ако не са били местните Очни центрове.

С възвръщане на зрението си тези пациенти отново са трудоспособни и следователно, биха могли да си намерят работа и да подобрят жизнения си и социален статус. Проучване сред пациентите на Aravind установява, че след като са ослепели в резултат на катаракта, 96 процента от хората спират да работят. След операция, 85 процента от мъжете и 58 процента от жените се връщат на работа седмица по-късно.

### 6.2.1.9 Изграждане на мрежата

Разработването на високоскоростни безжични мрежи в слабо населени и развити региони като цяло е икономически и практически трудна задача поради три основни причини. Първо, достъпът до интернет е ограничен, ако въобще съществува, и рядко има достатъчно добра връзка наблизо. Една от малкото алтернативи е сателитна връзка, но тя е доста скъпа. Второ, често в слабо развитите региони, населението е разпръснато по малки градчета и села на километри разстояние. Следователно, изграждането на нова системна инфраструктура е скъп процес, а таргетната група е относително малка. Трето, населението в тези региони обикновено имат ниска покупателна способност.

Неправителствени организации които предлагат различни решения за свързване с интернет в провинциални области, най-често разполагат с ограничен бюджет, съобразен с ниските доходи на населението. Следователно оперативните разходи за

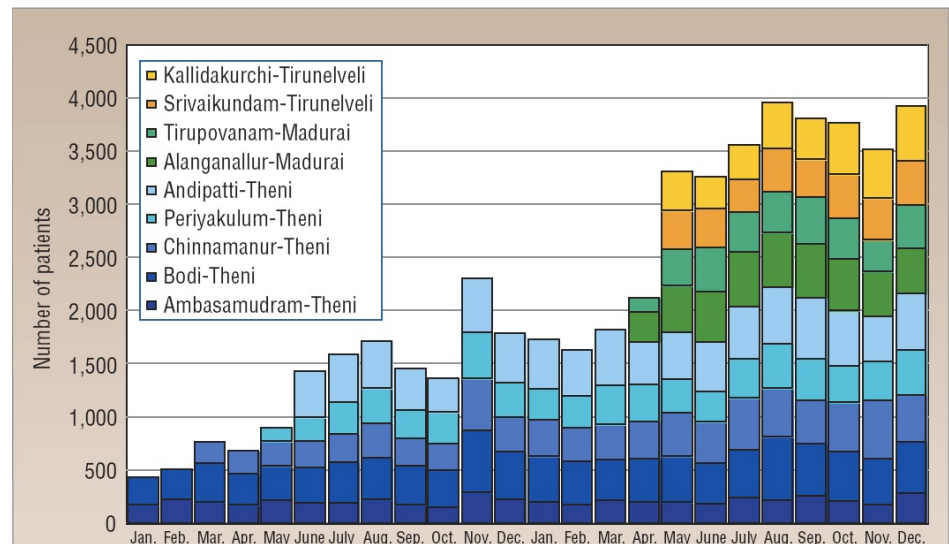


Таблица 6 - Прираста на пациентите в Очните центрове на Aravind в периода от Януари 2006 до Декември 2007

Figure 4. Patient throughput at Aravind vision centers. The graph shows patients per month per center for two years. TIER set up the links to all Theni VCs; Aravind set up subsequent links to the new centers in Madurai and Tirunelveli.

достъп до мрежата се превръщат в ограничаващ фактор. Въпреки че, първоначалните субсидии покриват разходите за разработване и изграждане на мрежата, текущите ѝ разходи рядко се покриват.

#### **6.2.1.10 Wi-Fi базирано решение**

Aravind използват иновативна Wi-Fi базирана мрежа, като един евтин вариант за свързване на различните си структури.

Wi-Fi технологията намалява разходите за работа и изграждане на системата по много начини. Първо, поради факта, че технологията използва нелицензиран спектър (2.4GHz), се избягват такси за ползване. Това от своя страна дава на болниците оперативна свободна да изграждат точки за достъп, когато и където са необходими, като по този начин лесно и бързо подобрява качеството и обхвата на системата. Преди Aravind, не е имало възможност да изграждат клиники, където не е имало покритие от интернет доставчик, като този проблем отпада с изграждането на собствената им мрежа. Освен това, Wi-Fi оборудването непрекъснато намалява цената и консумацията си на енергия, като същевременно увеличава функционалността си.

Мрежата работи на островен принцип, с връзка между отделните зони от тип точка до точка (point-to-point), вместо да покрива цялата местност. Този подход е по-евтин и очевидно същевременно функционален, тъй като Очните центрове са сравнително отдалечени един от друг, а и не изискват мобилна поддръжка. Освен това, по този начин се позволява повторно ползване на радиочестотния спектър, което повишава скоростта на местната лента.

За изграждане на мрежата са използвани относително евтини, лесно достъпни в търговската мрежа хардуерни компоненти - Wi-Fi мрежови карти, Wi-Fi насочващи антени и евтини компютри, които се използват като Linux рутери. Цената за изграждане на една точка е около от 800 долара.

#### **6.2.1.11 Технологията WiLDNet**

За да се избегнат тези недостатъци на Wi-Fi мрежите, Aravind въвеждат WiLDNet технологията. TDMA е базиран на MAC протокол, който работи със стандартен хардуер. С негова помощ се подобрява връзката чрез „масови потвърждения“ (bulk acknowledgments), вместо стандартният „stop-and-wait“ механизъм. За да ограничи смущенията и загубите, WiLDNet позволява синхронизиране на предаваните радиосигнали и използването на forward error correction (FEC - софтуерна настройка за коригиране на грешки, която подобрява стандартните схеми за засичане на грешки, като позволява на получателя да ги коригира и намалява необходимостта от повторно предаване на сигнала). По този начин се наблюдава повишение от три до пет пъти в производителността на TCP и UDP протоколите в сравнение със стандартния MAC протокол. WiLDNet е използван да се изгради мрежа със скорост от 6 Mbps с един „скок“ между две кули на разстояние една от друга на 382 километра. Връзката се намира във Венецуела и е една от най-дългите Wi-Fi връзки от този тип в света.

### **6.2.2 Wi-Fi система за телемедицински нужди в засегнати от природни бедствия региони**

Компютърната мрежа е задължително условие за осъществяване и използване на телемедицински решения, но в случай на опустошителни природни бедствия в планински и слабо развити региони, интернет връзките и телефоните стават недостъпни, изолирайки напълно от телемедицинска помощ пострадалите. За да се реши този проблем, в Япония се разработва временна безжична мрежа, която използва

2.4 GHz 54Mbps Wi-Fi връзка базирана на IEEE802.11g стандарта. Мрежата се изгражда в рамките на часове и функцията ѝ е да преустанови прекъснатата комуникация между пострадалия регион, близките болници, пожарни и т.н.

Системата е тествана по време на противобедствени учения в сътрудничество с местна пожарна и доказва, че е напълно способна да се използва за пренос на висококачествено видео и аудио за телемедицински нужди.

Осигуряването на бързи и ефективни мерки след бедствия, и предоставяне на видеовръзка в реално време от опустошения район, са от изключителна важност за структурите, свързани с преодоляване на пораженията. Спешни организации като пожарни и болници се нуждаят от тази система за да могат най-ефективно и бързо да помогнат на пострадалото население.

След опустошително бедствие, комуникационните мрежи обикновено се сричат. Пример за това са цунамито в Индийския океан през 2004 и урагана Катрина през 2005, който връхлетя в САЩ. В последствие след трагедиите, става ясно, че броят на жертвите и ранените при инцидента би бил значително по-малък, ако комуникационната система не се бе сринала. Двата инцидента демонстрират нуждата от евтина временна комуникационна система, която да се изгради лесно и бързо след бедствието.

Wi-Fi не е единствената безжична технология налична в Япония (а и навсякъде по света), способна да покрие нуждите на една такава система. Сателитни връзки, 3G GSM мрежи и WiMAX също предлагат необходимия технологичен ресурс, но поради определени обстоятелства не са подходящи.

Една от причините, телефонните мобилни мрежи да не са за предпочитане (въпреки че в Япония 3G мрежата е изключително развита и способна от технологична гледна точка да поеме тази функция) е поради факта, че в случай на бедствие често мрежата се претоварва от ненужни разговори и обикновено се срива, а и вероятността, инфраструктурата на мрежата да се засегне от бедствието е голяма.

Използването на сателитна връзка за телемедицински приложения в света е известна алтернатива. Технологиата е значително развита в последните години, но страда от три основни недостатъка. Скоростта на получаване на данни от сателита е доста висока до 60 Mbps, но обратната връзка с него е значително по-бавна - под 2 Mbps при сателитна чиния с диаметър 1.2 метра. За нуждите на телемедицината, обратната връзка (ъплоуд) е от изключителна важност, тъй като се използват висококачествени видео и изображения с голям размер. Тези изображения са нужни на лекарите, за да могат да диагностицират по-ефективно. Друг недостатък на сателитната връзка е, че апаратурата, необходима за осъществяването ѝ е голяма и тежка. При бедствени ситуации, придвижването ѝ може да се окаже проблемно, особено ако е засегната пътната инфраструктура. Третата причина е, че не навсякъде по света сателитните връзки са разрешени да се използват за телемедицина.

Друга алтернатива за изграждане на такава мрежа дава сравнително новата технология WiMAX. WiMAX предлага по-голямо покритие (до 50 километра между две статични станции и между 5 и 15 километра при мобилни станции) и по-високи скорости (до 70Mbps) за пренос на данни, но въпреки това е неподходяща за нуждите на временни мрежови системи поради няколко причини.

WiMAX е метрополитна мрежа, предназначена да работи в градски условия. В повечето страни по света WiMAX използва 2.5GHz и/или 3.5GHz честотни ленти, които са лицензирани и съответно се заплащат. Инфраструктурата на WiMAX е много сходна до тази на мобилните телефони и следователно е значително по-скъпа, голяма и трудна за изграждане.



Wi-Fi има преимущество над тези технологии, с ниската си цена и достъпния си безплатен честотен канал. В Япония, например, болниците и пожарните по стандарт използват различни лицензирани честотни ленти, което не им позволява да комуникират помежду си, с Wi-Fi този проблем отпада.

Основния проблем на Wi-Fi технологията е покритието. За да преодолеят тази пречка група японски учени (Masayuki Nakamura, Shoshin Kubota, Hideaki Takagi, Kiyoshi Einaga, Masashi Yokoyama, Katsuto Mochizuki, Masaomi Takizawa, and Sumio Murase) разработват собствена модифицирана Wi-Fi мрежа, с която надделяват ограниченията на технологията.

Безжичният LAN е единствената технология, използваща свободна и безплатна радиочестотна лента за тази цел. Този тип комуникационни системи позволяват пренос на информация и данни между болници и други бедствени организации, предоставяйки свобода на комуникациите. Японските учени разработват собствени устройства, базирани на IEEE802.11b стандарта, с покритие от 50 километра (с допълнителна антена) и скорост за пренос на данни от 11 Mbps. С помощта на тази апаратура изграждат мрежа в японските Алпи на 3000 метра надморска височина, на около 250 километра от Токио. До преди това, в този район не е имало такава подобна мрежа, въпреки, че планината приема средно по 250 000 туриста от целия свят само през летните месеци. Целта на тази мрежа е да свърже планинските служби, курортни центрове и близките болници, като системата работи в този си вид в продължение на 3 години .

С развитието на технологиите и налагането на високоформатни (High definition) телевизионните сигнали, като стандарт в Япония, увеличават телемедицинските нужди и започват да изискват по-високоскоростни мрежи, способни да предават висококачествени изображения и видео. Изградената IEEE802.11b мрежа вече не може да задоволява тези изисквания, затова те разработват нови IEEE802.11g базирани устройства, които предоставят по-бърза връзка от IEEE802.11b апаратурата. Новите широко обхватни Wi-Fi устройства покриват площ от 30 километра със скорост 54 Mbps като запазват 2.4GHz радиочестота.

За да се постигне обхвата от 30 километра се използва 26.5 dBi антена.

На фигура 11 е показана големината на устройствата. Те са с пропорции 20 × 20 сантиметра и тежат около 1.6 килограма. Могат да се хранят и от автомобилни акумулатори и от слънчеви панели поради ниската си консумация на енергия, около 10W. Антената, с която работят устройствата, е със сила от 24 dBi и е изключително мобилна с размери 100 × 60 сантиметра и тежи 3.5 килограма.

Като цяло, апаратурата е компактна и лека, позволявайки да бъде транспортирана лесно и бързо. Фигура 12 показва вече сглобена точка от мрежата, разположена на покрива на провинциална сграда. Устройствата могат да бъдат пренасяни спокойно дори и пеша, като по този начин може да се спести транспортен ресурс. Могат да се инсталират практически навсякъде и от всеки, без значителна предварителна подготовка.



Фигура 11 – Безжичното LAN устройство

(a) Front view

(b) back view

FIGURE 3: A Wireless LAN unit developed.



Фигура 12 – Точка от мрежата



FIGURE 4: An installation example of a parabolic antenna and a wireless LAN unit to a steal pipe.

#### 6.2.2.1 Тестът на системата

Системата бива тествана в реално време като част от противоземетръсно учение, организирано от местна пожарна. Учението е мотивирано на базата на последните големи земетресения в Япония, които дадоха много жертви. Главен индустриален технологичен център на префектура Нагао (Nagano Prefecture General Industrial Technology Center , от сега нататък в текста ще бъде представян със съкращението NPGITC) и Университетската болница Шиншу се присъединяват към учението, за да демонстрират възможностите на безжичната LAN система.

Сценарият, който се разиграва е настъпване на масивно земетресение в планинския район и всички налични комуникации системи са отказали, изолирайки региона напълно. Целта на това учение е да се от тренират техники за максимално добро справяне със ситуацията при всякакви възможни сценарии при случай на земетресение. Основният фокус пада върху парамедиците и подпомагането им да предоставят възможно най-добрата помощ на пострадалите посредством мобилна високоскоростна мрежа. Лекарите, намиращи се в болницата, дават напътствия на парамедиците, докато следят всичко посредством видеовръзка в реално време, преминаваща през безжичната мрежа. В Япония, парамедиците са ограничени в помощта, която могат да оказват, като могат да извършват определени манипулации само в присъствието на лекар. Благодарение на видеовръзката, те подлежат на лекарски надзор и следователно могат да бъдат по-полезни на тежко ранени пострадали.

Такива ограничения в позволените интервенции на персонала за спешна медицинска помощ, без лекарски надзор, съществуват и в други страни, не само в Япония, като понякога такива ограничения засягат и медицински сестри. Тази апаратура може да бъде полезна и при други сходни ситуации и да позволи на парамедици да работят с лекари дистанционно.

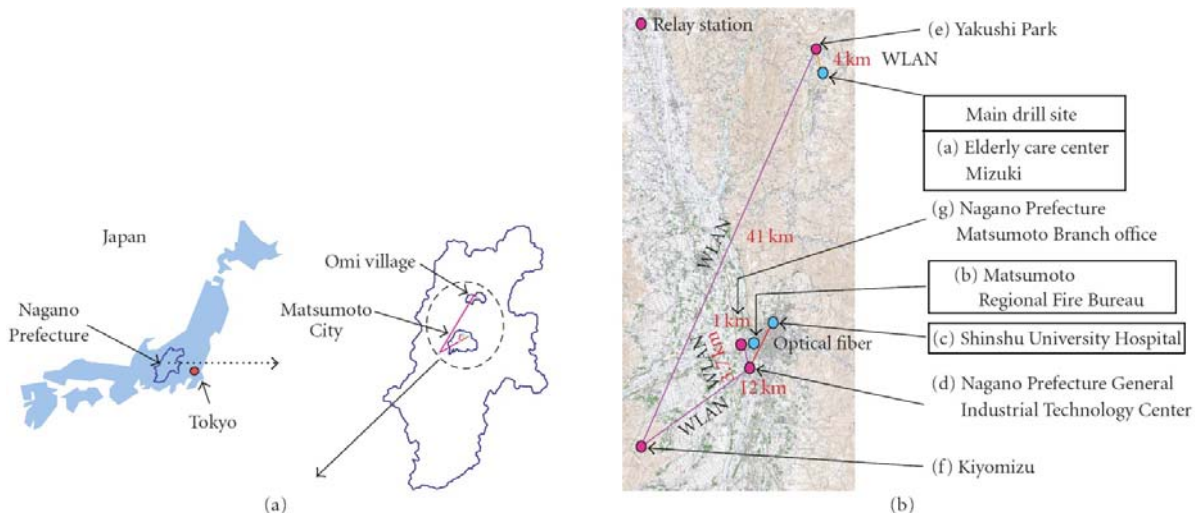
Участниците в противоземетръсното учение и тяхното разположение е както следва:

- (1) Централна на учението
  - (a) дом за възрастни “Мизуки” (село Оми, Префектура Нагано).
- (2) Организации:
  - (b) Регионална пожарна Матсумото (град Матсумото, Нагано)
  - (c) Университетска болница Шиншу (град Матсумото, Нагано)

(d) Главен индустриален технологичен център на префектура Нараго (NPGITC) (град Матсумото, Нагано).

Безжичните мрежи и разположението на отделните им компоненти са показани в фигура 13.

Едно от изискванията на безжичния LAN при 2.4GHz лента е различните точки



Фигура 13 – Схема на безжичната мрежа и възловите точки да имат пряка видимост една до друга. Района между центъра на учението и Университетската болница Шиншу не позволява пряка видимост, затова са изградени четири допълнителни свързващи станции (фигура 13):

- (1)(e) Парк Якуши в село Оми
- (2)(f) Кияомизу в село Яамагата, Нагано
- (3)(d) Главен индустриален технологичен център на префектура Нараго (NPGITC),
- (4)(g) Nagano prefecture Matsumoto branch office в град Матсумото, Нагано

Разстоянията между отделните възлови точки на мрежата са:

- (1) Централата на учението (a) и парк Якуши (e): 4 километра
- (2) парк Якуши (e) и Кияомизу (f): 41 километра
- (3) Кияомизу (f) и NPGITC (d): 12 километра
- (4) NPGITC (d) и Nagano prefecture Matsumoto branch office (g): 3.7 километра
- (5) Nagano prefecture Matsumoto branch office (g) и Регионална пожарна Матсумото (b): 1 километър

Четиридесет и един километра е най-дългото разстояние, покрито по време на експеримента, между парк Якуши и Кияомизу. На всяка станция, две безжични устройства са свързани помежду си посредством Ethernet портовете си за хъб, както е показано на фигура 14. Свързването е много лесно и може да се направи от всеки. Цялата мрежа, разгледана от птичи поглед е показана на Схема 5.

Единствено между NPGITC (d) и Университетската болница Шиншу (c) е използвана кабелна връзка през оптични влакна със скорост 100 Mbps. Услугата е предоставена от местната компания CATV.

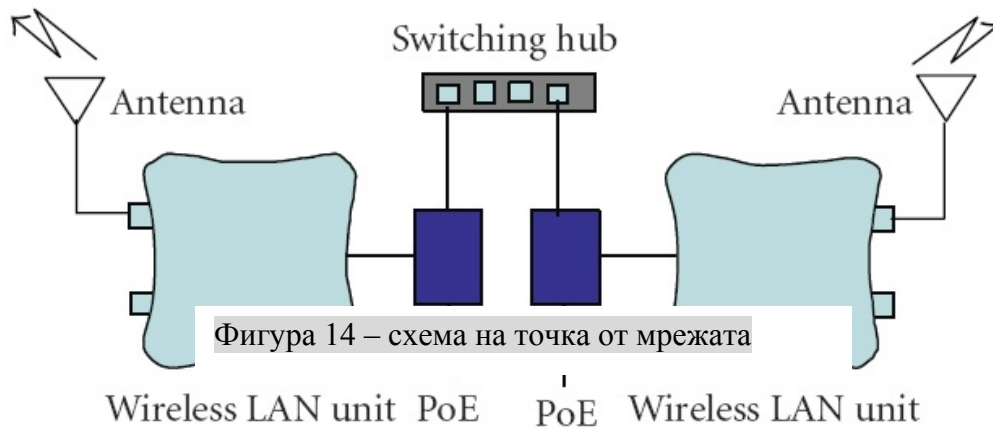


FIGURE 6: A relaying method.

Схема 6 показва схемата за предаване на висококачествено видео от централата на училището към Университетската болница Шиншу и Регионалната пожарна в Матсумото. Тази мрежа се състои от три системи. Първата е главния безжичен LAN адаптер показан в Схемата 5. Втората е портативна видеокамера, която е малък хеликоптер, предназначен да изпраща видео и снимки от засегнатия участък.

Портативната видеосистема е предназначена да изпраща детайлна информация от поразеното място и здравето състояние на пациентите. Хеликоптерът служи за

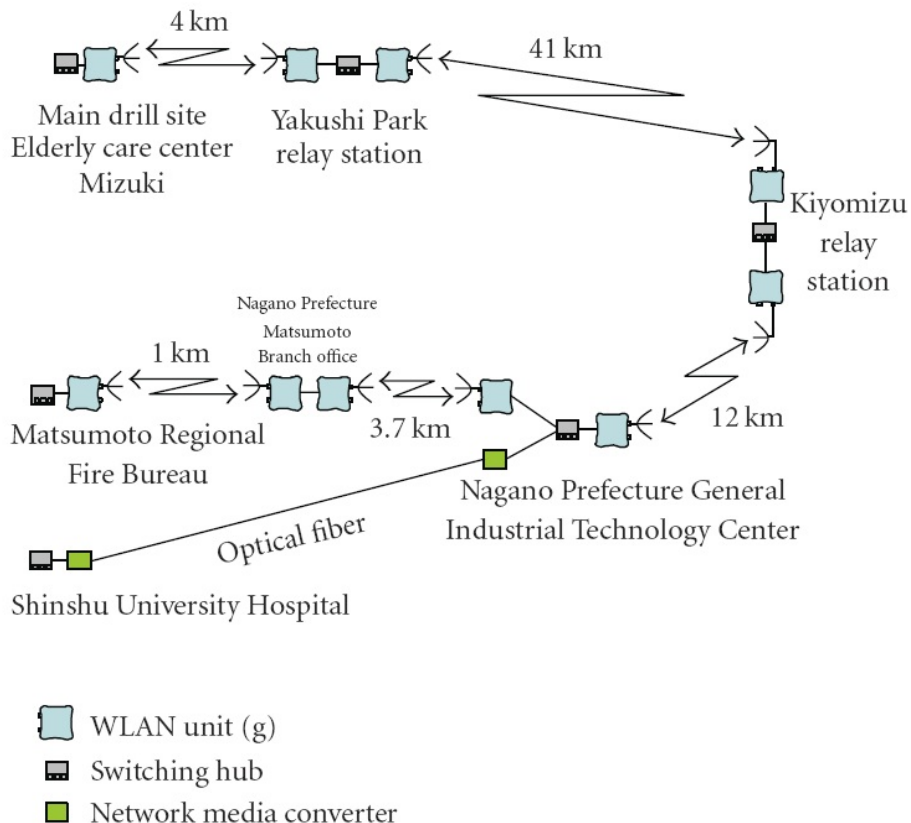


FIGURE 7: Wireless LAN network established.

предаване на видео и да подава информация в реално време към пожарната и болницата за общото състояние на областта.

Портативната видео станция използва предишните IEEE802.11b безжични компоненти. С тяхна помощ, пожарникарите могат да предават висококачествено видео и изображения, от която и да е точка от тренировъчния периметър като вземат със себе си предназначенията за това апаратура и видео камера. Тази система е способна да предава видео и звук с качество, близо до това на телевизионен канал.

Видеосистемата в хеликоптера също работи с IEEE802.11b компоненти, като е в състояние да предава висококачествено видео и звук към земята.

Видеосигналите и звука се изпращат от портативните системи и се приемат от централата, където се кодират и се препращат към станцията в парк Якуши. Якуши от своя страна прехвърля сигнала към Кияомизу, който ги препраща към NPGITC. В NPGITC, аудио и видеопакетите се декодират и изпращат към регионалната пожарна и Университетската болница едновременно.

Междувременно, предаването на живо видео, изпратено от хеликоптера, се получават от релето в станция парк Якуши. Получените аудио и видеопакети се

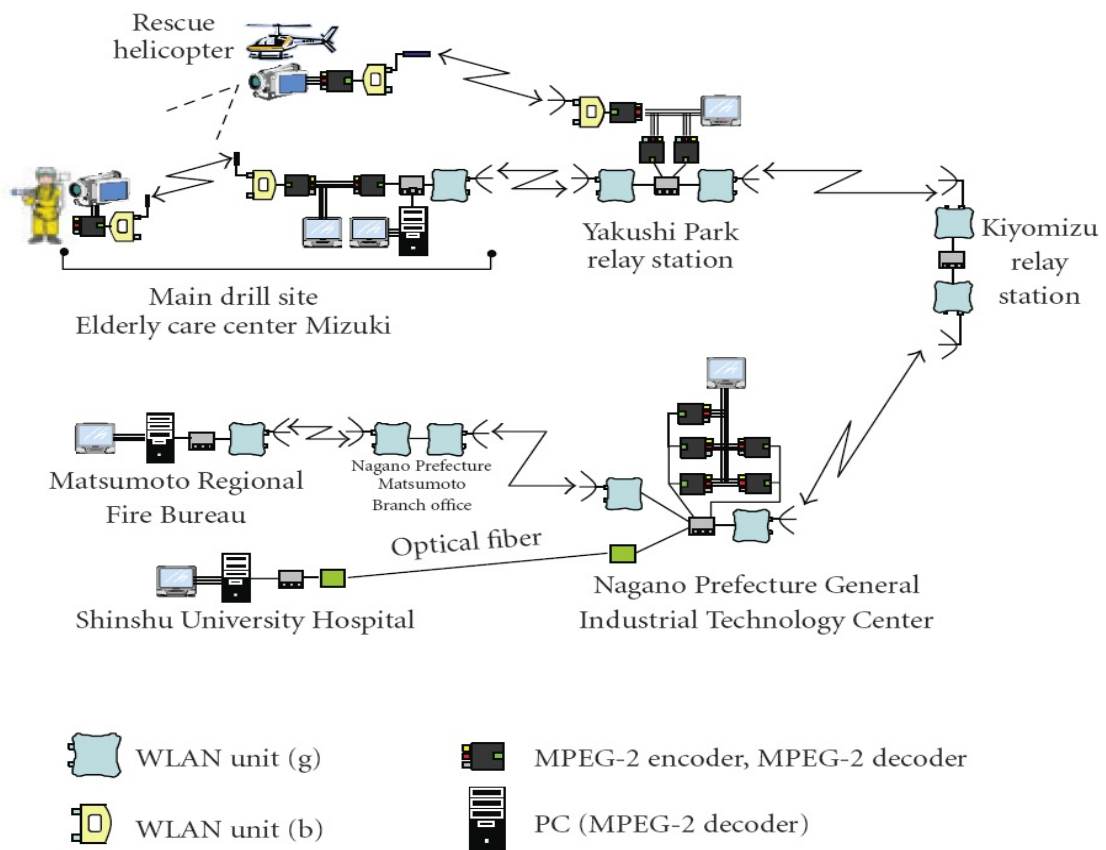


Схема 6 – Структура на системата за предаване на висококачествено видео и звук, и компонентите ѝ

FIGURE 6. LIVE VIDEO IMAGE TRANSMISSION NETWORK.

декодират и изобразяват на монитор. След което, същият сигнал се кодира наново и се изпраща към Централата, регионалната пожарна в Матсумото и Университетската болница Шиншу.

Две различни кодиращи устройства се използват в Якуши, за да предават видеото в две различни посоки.

В централата, видеото от пожарникарите, заснето с портативната система и хеликоптера, са показват едновременно.

В NPGITC се приемат шифрираните сигнали от двете видеосистеми едновременно и се декодират. След което се кодират отново от три кодиращи устройства и се изпращат към пожарната и болницата. Две от кодиращите устройства обслужват болницата, за да могат лекарите да виждат картина едновременно и от хеликоптера, и от мобилната система. Третото устройство е предназначено за регионалната пожарна, като то разполага с два аудио/видео интерфейса, което означава, че в пожарната получават и двата сигнала, но не едновременно, трябва да превключват от единия към другия.

Схема 7, показва схематично системата, като всички използвани кодиращи и декодиращи апарати работят с MPEG-2 формата.

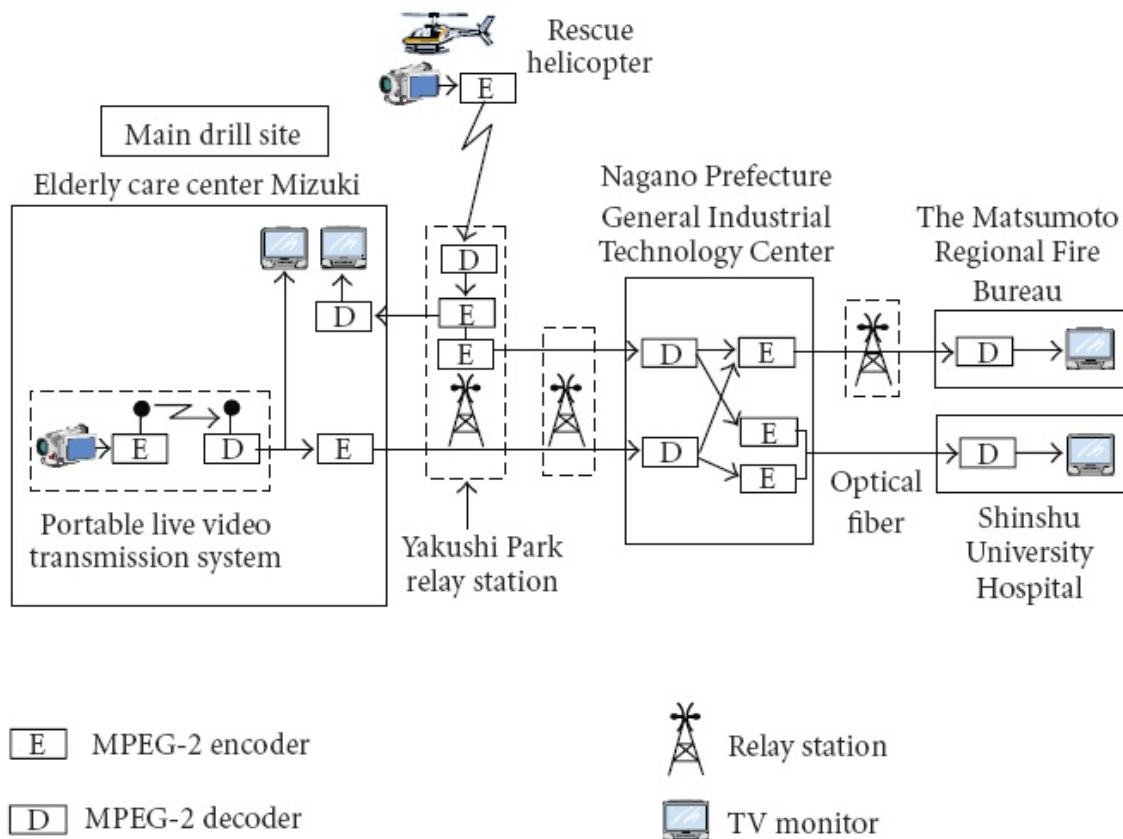
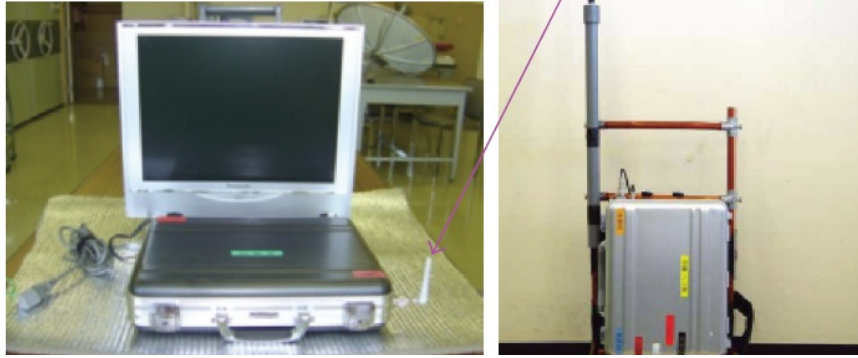


Схема 7 – Потока на видео и звук през кодиращите и декодиращите устройства

Фигура 15 демонстрира портативната видео система. На фигура 15(a) е видео ресивър, а на фигура 15(b) е показан видео трансмитера. Трансмитерът е свързан с видеокамера, а ресивърът - с телевизор. Трансмитерът тежи около пет килограма, а вградената му батерия издържа около три часа. Покритието на системата е около 200 метра според използваните антени.



Фигура 15 – портативната видео система (а) видео ресивър

(b) видео трансмитер

(a)

(b)

FIGURE 11: A portable live video transmission system: (a) video receiver, (b) video transmitter.

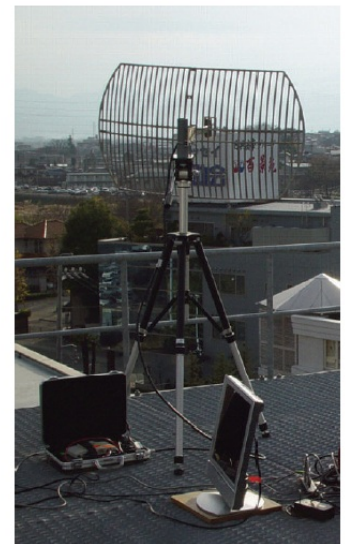
Фигура 16 показва апаратурата, използвана за реализация на видеопредаваща система на хеликоптера. Оборудването е почти идентично с това на портативната наземна система. Разликите са, че видеотрансмитера е свързан с кабел към специална антена във формата на пистолет. Антената от своя страна е свързана към безжичното IEEE802.11b LAN устройство, което е поместено в специална кутия, която редуцира излишните радио вълни с цел, да не се попречи по някакъв начин на работата на самия хеликоптер.

Системата може да изпраща видео, кодирано в MPEG-2 формат, компресирано на 2Mbps. С помощта на антената във формата на пистолет с мощност 17 Di и наземна антена - 24 Di, покритието на системата е около двадесет километра. Трансмитерът тежи около пет килограма, а батерията му издържа три часа. За да могат лекарите в университетската болница и хората в регионалната пожарна да комуникират помежду си и да дават напътствия на парамедиците се използва IP телефония – VoIP.

Всички използвани VoIP устройства са предварително програмирани да работят с бързо набиране, осъществяващо се с натискане на един цифров бутон. Това е направено с цел да се улесни комуникацията. На парамедиците и пожарникарите са им предоставено безжични телефони, за да могат да комуникират с болницата и регионалната пожарна свободно, без да губят мобилност.



(a)



(b)

Фигура 16 – апаратурата използвана на хеликоптера за да предава видео

Изображенията от фигура 17 до фигура 22 показват използваната апаратура; всяка точка е оборудвана идентично. Като само за връзката между централата и Мизуки се използват по-различни антени, тъй като разстоянието между тях е само четири километра (фигура 17 и 18).



(a)



(b)

Фигура 17 – оборудването в базовия лагер



FIGURE 17: Yakushi Park relay station.



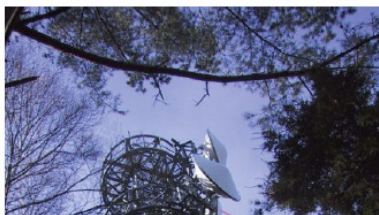
FIGURE 16: Equipment at the main drill site: (a) wireless LAN unit and its antenna; (b) video monitors for a decoder for the portable live video transmitter, a compact helicopter live video transmission system, and an encoder for Shinshu University Hospital and Matsumoto Regional Fire Bureau.



FIGURE 19: Nagano Prefecture General Industrial Technology Center (NPGITC).

Фигура 18 – Станцията в парк Якуши

Фигура 20 – NPGITC



Фигура 19 – Станцията в Кияомизу



FIGURE 18: Kiyomizu relay station.



Противоземетръсното учение завършва успешно, като същевременно изпробва ново разработената японска безжична комуникационна система. Системата се представя изключително добре. Изграждането на инфраструктурата на мрежата отнема на пожарникарите два часа, след което системата започва да функционира.



Фигура 21 - Станцията в регионалната



FIGURE 20: Matsumoto Regional Fire Bureau.

организации.

Видео връзката от портативната система и хеликоптера се оказват от голяма важност за цялостната организация и предоставят изненадващо добра картина и звук. Качеството на предаваните изображения е по-добро в сравнение с професионална система, използваща лицензиран 15GHz спектър, който в Япония се използва само от бедствените



Фигура 22 – Университетската болница

## 7. Сравнителен анализ

Поради разнородните технологии и различни цели, GSM и Wi-Fi базираните системи няма да бъдат сравнявани директно, а само съответните представители във всяка група помежду си.

Тъй като продуктите на OBS Medical като цяло се припокриват като технология и функции, в настоящия анализ ще влезе само t+diabetes и директния му конкурент на HealthPia – GlucoPhone.

### t+diabetes и HealthPia – GlucoPhone

Параметър	T+diabetes	GlucoPhone
Функция - предназначение	Саморегулация и дистанционен мониторинг на диабетици	Саморегулация и дистанционен мониторинг на диабетици
Предварително инсталиран софтуер за мобилен телефон/PC	GSM апарат -не/ PC – не	GSM апарат -не/ PC - не
Мониторинг от медицинско лице	Да	Да

Минимално задължително оборудване	GPRS съвместим GSM апарат с цветен дисплей и глюкомер	GPRS съвместим GSM апарат с цветен дисплей и глюкомер (закупуват се от компанията)
Годишен абонамент	Да	Да
Специализиран софтуер за мобилен телефон	Да	Да
Безплатни телефонни услуги за клиента	да (само в рамките на системата)	Не
Хост сървър	Да	Да
24x7 ИТ поддръжка	Да	Да
Уебсайт за здравния персонал	Да	Да
Уебсайт за пациенти	Да	Да
Съвместимост	Мобилният софтуер работи с над 80 мобилни телефона и над 10 мобилни мрежи включително GSM, CDMA, Wi-Fi	Ограничена съвместимост – само с поддържаните от компанията модели мобилни телефони, които се закупуват от нея
Сигурност	128 bit SSL кодиране на всички комуникационни данни	Не е упомената
Допълнителни изисквания към мобилния телефон	JAVA MIDP 2, цветен дисплей, HTTPS	Няма. Мобилния телефон и глюкомера се закупуват от компанията и са напълно готови за работа
Комуникация между лекар и пациент	Чрез гласови обаждания по телефонната мрежа, SMS съобщения, e-mail, съобщения на интернет сайта	Чрез гласови обаждания по телефонната мрежа, SMS съобщения, e-mail
Основна мрежа на работа	2.5G GSM мрежа	2.5G GSM мрежа
Оптимални мрежи за работа	GSM, CDMA, CDMA-2000, Wi-Fi	Системата работи само с 2.5G GSM, и при наличието на други мрежи не се възползва от тях
Видове преносими данни	Данните от глюкомера и електронния дневник	Данните от глюкомера и електронния дневник
Портативност на системата	Да	Да
Брой ангажирани експерти	Един или двама (лекар и/или медицинска сестра)	Теоретично неограничен брой специалисти могат да се ангажират с един пациент

T+diabetes и GlucoPhone като услуга, практичеки идентични в базовата си форма, имат минимални разлики, засягащи комуникацията между потребителя и обслужващото го здравно лице. T+diabetes предлага няколко опции повече в горепосоченото направление, което автоматично прави системата по-функционална.

Различията между двете системи са в технологичен аспект, с оглед развитието и разпространението на по-високотехнологични мрежи и устройства. T+diabetes предлага повече алтернативи за връзка със системата, като най-отличително е наличието и

поддръжката на Wi-Fi връзка от мобилен телефон (изисква мобилен телефон с вграден Wi-Fi модем), което автоматично означава, че при съществуването на безплатна Wi-Fi връзка (на множество публични места, като заведения, висши учебни заведения, административни сгради, търговски обекти и други), потребителят може да ползва нея, като по този начин спестява разходи за мобилен интернет през GSM апарата си.

Основното преимущество на GlucoPhone, 2 в 1 дизайна, е и реално най-големия недостатък. Системата работи в този си вариант с изключително лимитиран брой GSM апарати, които могат да се закупят само от HealthPia. Приставката GlucoPack също е съвместима с малък брой устройства, което прави системата изключително ограничаваща в избора на мобилен телефон. Потребителите могат да използват само продуктите на HealthPia за да се възползват от услугата.

При T+diabetes този проблем не съществува, системата е съвместима с голям брой устройства, както GSM апарати така и глюкомери. Всичко над технологичния минимум които системата изисква е незадължителен плюс, които улеснява работата на потребителя. Това прави T+diabetes по-добрия породукт.

#### **Aravind Eye Care System и временната Wi-Fi система.**

<b>Параметър</b>	<b>Aravind Eye Care System</b>	<b>Временна Wi-Fi система</b>
Функция - предназначение	Предоставяне на здравни грижи в слабо развити региони	Предоставяне на здравни грижи в засегнати от природни бедствия региони
Мониторинг от медицинско лице	да	Да
Брой ангажирани експерти	неограничен	Неограничен
Основна мрежа на работа	WiLDNet	Wi-Fi
Максимална скорост	6 MBps	54MBps
Максимална покрита площ между две точки	15.1 километра	41 километра
Видове преносими данни	Видео, аудио и здравна информация (с възможност за използване и за други цели)	Видео, аудио и здравна информация (с възможност за използване и за други цели)
Стандарти, които се използват	Модифициран – Wi-Fi IEEE802.11b (2.4 GHz)	Модифициран Wi-Fi (2.4 GHz) - IEEE802.11b и IEEE802.11n
Заплащане за използване на безжичния честотен спектър	не	не
Съвместимост с други кабелно базирани LAN системи	да	да
Портативност на системата	не	да
Минимална апаратура на всяка точка от мрежата	PC с монитор, WiLDNet модифицирано Wi-Fi устройство, антена, Web камера и микрофон	2 Wi-Fi IEEE802.11n устройства, 2 антени, 1 видео кодиращо и 1 видео декодиращо устройство, PC с монитор

Допълнителна апаратура	не	Слънчеви панели за захранване; хеликоптер и поративна видео система снабдени със специални камери, видео трансмитери и ресивъри, специални антени и IEEE802.11b Wi-Fi устройства; VoIP устройства за разговори от стационарни точки; VoIP съвместими мобилни телефони за мобилна комуникация;
Цена на една точка от системата	\$800 (с изграждане на кула), \$500 без кула	над \$1500

Японската Wi-Fi система е значително по-технологично развита от WiLDNet решението на Aravind. Предлага по-високи скорости на по-големи разстояния и значително по-голям брой функционални устройства. Най-големият ѝ недостатък, обаче, е значително по-високата цена, както и портативният характер, който също може да бъде третиран и като предимство, и като недостатък.

Въпреки по-високата си цена, системата е по-добрият технологичен вариант от двете, като с леки модификации, портативният ѝ характер може да бъде преодолян и системата да заработи за постоянно на фиксирани позиции.