

Telemedicina – IKT-n alapuló egészségügyi szolgáltatás

I. rész: Rendszerkonceptió és architektúra

DARAGÓ LÁSZLÓ

Semmelweis Orvostudományi Egyetem, darago@inf.sote.hu

ENGI CSABA

Answare Kft., csaba.engi@answare.hu

PESTI ISTVÁN

P-Invent Kft., pesti@pinvent.net

VASS DEZSŐ

Bay-Logi, vass.dezso@bay-logi.hu

Kulcsszavak: telemedicina, ehealth, protokoll, egészségügy

Az egészségügy szolgáltatásaival szembeni egyre növekvő mennyiségi és minőségi elvárások a rendelkezésre álló erőforrások hatékonyabb felhasználását indokolják. A beteg állapotát leíró, az ellátás során az orvos döntéseit támogató adatok gyűjtése, feldolgozása és továbbítása nem minden esetben követeli meg a közvetlen és állandó, fizikai orvos-beteg kontaktust, ahogyan az ellátási folyamat egyes fázisai sem igénylik folyamatosan a teljes gyógyító infrastruktúra helyben rendelkezésre állását. A telemedicina új orvosi eljárásainak bevezetése beruházásigényes, azonban a befektetés társadalmi, de akár egyéni szinten is megtérülhet. A dolgozat áttekintést ad az ehealth és telemedicina fogalmakról, bemutatja az eHealth8 konzorciumot, az általa fejlesztett koncepciót és a telemedicina hazai, remélhetőleg a közfinanszírozás által is befogadott rendszerét. Bemutatja annak kulcsfontosságú dimenzióit, így az egészségügyi protokollok kialakításának menetét, a rendszer műszaki architektúráját, a végponti eszközöket és kommunikációjukat, valamint a pénzügyi, üzleti modellt.

1. Bevezetés

Az emberek születéskor várható élettartamának kitolódása, az orvostudomány és a technológia fejlődése folytán növekvő szükségletek jelennek meg az egészségügyi ellátórendszerrel kapcsolatban. Egyre több ember él a földön, az átlagéletkor – és ezzel az egészségügyi ellátás iránti szükséglet – nő. A tudomány és technológia fejlődésével korábban végzetes, kezelhetetlen betegségek, állapotok is elláthatóvá váltak. Egyre több tehát a beteg-orvos találkozás iránti igény és szükséglet, ami a hagyományos rendszerben gondolkodva kórházi ágyak, rendelők, orvosok, eszközök, pénz, idő, egyszóval a meglévő erőforrások megsokszorozását igénylik. Ez az igény még a tehetősebb országok számára is finanszírozhatatlan, ezért új ellátási formákat kíván. Ilyen új ellátási forma a telemedicina.

Manapság nem az a kérdés, hogy szükség van-e a telemedicina beillesztésére a napi orvosi gyakorlatba, hanem az, fenntartható-e az egészségügyi szolgáltatások rendszere a telemedicina rutinszerű, a társadalombiztosítás által is elfogadott és támogatott alkalmazása nélkül. A betegfelügyelet, egyes eljárások, beavatkozások végzése nem igényli a kezelő helyiségben telepített infrastruktúrát, ahogyan a közvetlen, fizikai orvos-beteg kapcsolat állandó és folyamatos megléte sem szükséges.

A hagyományos orvoslásban is jól meghatározhatóak és az ellátás egészének folyamatán belül elkülönítel-

tőek azok a részfolyamatok, amelyek nem igénylik a közvetlen és személyes orvosi, vagy egészségügyi szakdolgozói beavatkozást. Az ilyen eljárásoknak a szakember fizikai jelenléte nélkül is előállítható adatok gyűjtése és továbbítása a céljuk.

A telemedicina alkalmazása tehát egyrészt a hagyományos ellátással szemben alacsonyabb erőforrás-igényrel jelentkezik egyes gyógyító ellátásoknál, másrészt sok olyan esetben, térben és időben elérhetővé teszi a beteg számára az ellátást, amikor a tradicionális orvoslással az nem tehető. Harmadszor lehetővé teszi a kezelőhelyiségen kívüli, akár folyamatos ellátást a költségek jelentős emelkedése nélkül.

A telemedicina (telehealth), az egészségügy új paradigmája, ahol a beteg két vizit között is folyamatos egészségügyi kontroll alatt áll. Jelentősen csökkenthető a kórházi és kezelőhelyiség látogatások száma, egyidejűleg növelhető a beteg életminősége. Az elkerülhető utazások számának csökkentése idő és költségmegtakarítást hoz. A telemedicina kiválóan alkalmazható az öngondoskodás támogatására, lehetőséget ad a főbb vitális paraméterek folyamatos otthoni ellenőrzésére, a kóros folyamatok időben történő felismerésére.

A telemedicina ellátás szemlélete nagymértékben eltér a hagyományos orvoslás, egészségügyi ellátás szemléletmódjától. Az esetek döntő többségében nem egy „kis kórház”, azaz a kórházban az egészségügyi szakszemélyzet által kezelt professzionális eszközök otthoni telepítése a cél, hanem olyan protokollok és medikai

eszközök fejlesztése, melyek a beteg szokásos életvitelét a legkevésbé gátolják, számára biztonságot, az egészségügyi szakemberek számára pedig elégséges szintű adatot nyújtanak.

2. Telehealth, ehealth, telemedicina

Az American Telemedicine Society definíciója szerint a *telemedicina* „az orvosi információk egyik helyről a másikra, elektronikus hírközléssel történő továbbításának alkalmazása a beteg egészsége érdekében, illetve az egészségügyi szolgáltató képzése és a beteggondozás fejlesztése céljából”. A telemedicina esetében is filozófiai mélységekbe vezethet a beteg–nem beteg fogalom tisztázása (lásd öngondoskodás), ezért cikkünkben – ahogyan az egészségügyben általában –, akkor is „betegnek” nevezik a szolgáltatást igénybe vevőt, ha az egészséges.

Az orvosi információk a beteg állapotát leíró adatok, az orvos által küldött üzenetek. A rádió vagy telefon útján történő konzultációk, vagy akár a lelkeség-nyújtás is a telemedicina fogalomkörébe tartoznak.

A *telehealth* elnevezés ettől tágabb fogalomkört ír le. Általában az információs és kommunikációs technológiák alkalmazását jelenti az egészségügyben, nemcsak a gyógyító tevékenység, hanem általában a működés, így a gazdálkodás, adatszolgáltatás, során is.

Az *ehealth* (vagy e-health) a telehealth-nek speciálisan az internet használatán alapuló szűkítése (lásd e-learning, e-commerce stb.).

A telemedicina alkalmazása háromféle módon történik. Ezek a következők:

- **Store-and-forward** – amikor a betegoldali egység adatgyűjtést, esetleg adatfeldolgozást végez, majd a kívánt adatot tömörített formában továbbítja a feldolgozó egység felé. Jellemzően ilyen alkalmazások:

- teleradiológia,
- telepatológia.

- **Real-time** – amikor a betegoldali és az orvosoldali eszközök on-line kommunikációt végeznek. Jellemzően ilyen alkalmazások:

- telekardiológia,
- telementális segítőrendszer (például videokonferencia-technológia alkalmazása a pszichiáter és a mentális ellátásra szoruló beteg között),
- teleneurológia,
- teledermatológia,
- telerehabilitáció,
- teleaudiológia,
- telefogászat.

- **Remote patient monitoring** – amikor biometrikus adatok tárolása és/vagy továbbítása történik az előző két módszer alkalmazásával. Jellemző alkalmazásai:

- otthoni dialízis,
- távoli intenzív osztályos ellátás, felügyelet,
- otthoni telehealth (Personal Health System),
- betegségmentés.

3. Az eHealth8 konzorcium és az NKTH pályázat

Annak ellenére, hogy a telemedicina alkalmazása – annak bizonyos esetekben adódó szükségszerűségén túl – az ellátási rendszerek hatékonyabb működését, a drága és szűkös erőforrások használatának csökkentését eredményezheti, ma még a vártnál alacsonyabb mértékben terjedt el. A távgyógyászati eljárások megvalósításához szükséges technológiák rendelkezésre állása és a sikerrel megvalósított, – sokszor csak egy-egy technológia szigetszerű kipróbálására és orvos-szakmai értelemben vett hatásosságának elemzésére szolgáló – pilotprojektek számossága a távgyógyászati eljárások elterjedését szorgalmazzák.

Mindezek mellett jelen vannak azonban még azok a tényezők is, amelyek a távgyógyászat széleskörű elterjedésének gátját jelenthetik:

- a rendelkezésre álló orvos-szakmai evidenciákat kiegészítő gazdaságossági modellek, esettanulmányok, elemzések hiánya, vagy nem megfelelő minősége;
- az orvos-szakmai elfogadottság és finanszírozók általi támogatottság alapját is jelentő, a bizonyos területeken rendelkezésre álló orvos-szakmai evidenciák strukturált feldolgozásának és orvos-szakmai irányelvekbe, protokollokba történő beépítésének hiánya;
- a témához kapcsolódó, elsősorban technológiai központú gondolkodás a komplex, a telemedicina szolgáltatások bevezetésének és hosszú távú sikeres alkalmazásának, működtetésének egyéb aspektusait is számba vevő megközelítéssel szemben.

A telemedicina-rendszerek hosszú távon is sikeres és a szereplők számára valós haszonnal járó alkalmazása csak a fent említett gátló tényezők hatásának csökkentése mellett képzelhető el. A távorvoslási eljárások a betegnek, a társadalomnak és az ellátórendszernek is megtérülő formájának kutatására és támogató infokommunikációs és gazdasági rendszerének kidolgozására jött létre 2008-ban, az orvos-szakmai, informatikai, mérés-technikai és gazdasági szakértőket tömörítő **eHEALTH8** konzorcium. A konzorcium tagjai:

- Answare Kft.,
- Bay-Zoltán Alkalmazott Kutatási Közalapítvány,
- Humansoft Kft.,
- Semmelweis Orvostudományi Egyetem,
- Thormed Kft.

A fenti cégek, intézmények projektjavaslatot dolgoztak ki a feladat megvalósítására, amely az NKTH „Infokommunikációs eszközökkel támogatott életvitel (AAL)” alprogramban támogatást nyert.

A projekt célja egy olyan távegészségügyi szolgáltatási rendszer informatikai és orvos-szakmai alapjainak, valamint működő prototípusának létrehozása, amely nem a meglévő, szigetszerűen működő telemedicina-rendszer részfolyamataira épít, hanem az orvos-szakmai protokollok hazai és nemzetközi tapasztalato-

kon nyugvó újragondolásán alapszik. Továbbá a távgyógyászat irányába történő kiterjesztésén keresztül próbál új, a már meglévő orvos-szakmai gyógyászati irányelvekhez illeszkedő protokollalapú megközelítést alkalmazni a telemedicina folyamatok informatikai támogatásának megtervezésében és a szolgáltatások kialakításában.

Annak érdekében, hogy a telemedicina alkalmazása által biztosított hatékonyság-növelési potenciál minél jelentősebb mértékben érvényesülhessen, a protokollalapú megközelítés költséghatékonysági és megvalósíthatósági elemzéssel egészül ki. Ennek célja rávilágítani azokra az alkalmazási területekre és folyamatokra, amelyekben várhatóan a legnagyobb mértékű hatékonyságnövekedést és/vagy költségcsökkenést eredményeznek az egészségügyi szolgáltatási/finanszírozási rendszer résztvevői számára változatlan vagy növekvő egyéni egészségnyereség mellett.

Az eHEALTH8 projekt a telemedicina beteg-orvos kapcsolatának támogatására fekteti a hangsúlyt. A most fejlesztett rendszerrel szemben támasztott alapvető elvárások az előzőekben említett meglévő telemedicina-rendszerek hiányosságainak kiküszöbölését célozzák meg, valamint a hazai egészségügyi ellátó környezetben előny jelentő elvárásokat fogalmazzák meg:

- a megvalósított eszközrendszer és folyamatok, az orvos-szakma által jóváhagyott orvos-szakmai protokollokon alapuljon;
- a megvalósított eszközrendszer és folyamatok, a lehető legmagasabb szintű egészségnyereséget eredményezzék a beteg számára;
- könnyen (a központi alaprendszer változtatása nélkül, annak funkciói által támogatottan) bővíthető legyen új mérési eljárásokkal, vizsgálati és ápolási protokollokkal;
- mobilitást és minél nagyobb fokú szabadságot biztosítson a betegek számára az egyes orvosi eljárások alkalmazása során;
- rendelkezzen csatlakozási lehetőséggel a HEFOP 4.4-en belül megvalósult intézményközi információs rendszerhez;
- alkalmazható legyen preventív (állapot és életmód felmérés) és utógondozási célra is.

4. Az eProtokoll

Az egészségügyben alkalmazott eljárásokat az Egészségügyi Tudományos Tanács javaslatára, a szakmai kollegiumokkal egyetértésben az egészségügyi kormányzat hagyja jóvá. Ezeket szakmai útmutatónak nevezik (National guideline).

Ez nem írja le a kötelezően, vagy „erősen javallott” eljárást részletesen, hiszen az a konkrét infrastruktúrától, szakmai háttértől is függ. A protokoll „testre szabott” útmutató, amely adott intézetben érvényes, az intézet döntésétől függően. Nyilvánvalóan, a protokoll nem mondhat ellen a szakmai útmutatónak. A protokoll alkalmazásának szintjei a „kell (nincs alternatíva, minden körülmé-

nyek között elvégezendő)”, az „indokolt (bizonyos esetekben el lehet térni tőle)” és a „tanácsos (a beteg külön kérése esetén alkalmazandó)”.

A telemedicina alkalmazása legyen biztonságos az összes szereplő, így a beteg, orvos (egészségügyi szolgáltató) és műszaki támogató személyzet számára egyaránt. A gazdaságos és erőforrás-kímélő felhasználást, valamint a jogi és pénzügyi szabályozást szintén biztosítani kell. Az eProtokoll a hagyományos útmutató kiterjesztése, a telemedicina eszközeivel történő ellátásra.

Az orvos, egészségügyi szolgáltató számára jogi és pénzügyi kiszámíthatóságot, biztonságot jelent a szakmai felügyelet és a hatóságok által felügyelt, jóváhagyott eProtokollok megléte. Jogi védelmet is jelent, hiszen bármely későbbi törvényességi eljárás során elegendő a megtörtént, dokumentált eljárást az eProtokollal összevetni. Ugyanakkor pénzügyi biztonságot is ad, mivel abban az esetben, ha az egészségbiztosítás is finanszírozza az alkalmazott eljárást, jóval megalapozottabb beruházási és üzleti tervek készülhetnek. Fontos szempont, hogy az automatikus adatgyűjtés során rögzített adatok elemzése útján maguk az eProtokollok rendszeres felülvizsgálata és értékelése is jóval kezelhetőbbé válik, mint a hagyományos protokollok esetén.

Az eProtokoll része az adatkommunikáció meghatározása, így azt újra kell értékelni a továbbküldött adatok érvényessége és valóságosága szempontjából. Az érkezők által a betegoldali interfészen keresztül továbbított, vagy más módon létrehozott input érvényességét ellenőrizni kell. Bármely hibás egyedi adat félrevezetheti az orvost a beteg állapotának megismerésében, vagy a műszaki támogatást nyújtó szakembereket a rendszer megbízhatóságának értékelésében. Ahogy a hagyományos eljárások esetén is, amelyek során léteznek ellenőrző eljárások valamely mérési adat elfogadhatóságának értékelésére, a telemedicina eljárások számára is be kell építeni a rendszerbe a nyilvánvalóan hamis adatok észlelésének technikáját. Ez lehet akár ismételt adatküldés is, párhuzamosan végezve az adatok konzisztenciájának vizsgálatát.

A betegoldali és orvos oldali eszközök kommunikációját szintén felügyelni kell, amely kérdésre ki kell térnie az eProtokoll készítőjének. Mivel különböző adatváltás, átmeneti tárolást is biztosító komponensek szintén a rendszer részei, a valóság ellenőrzése minden elemre vonatkozik, azaz biztosítani kell az orvost, hogy a betegtől valóban ezek az adatok érkeztek és arról is, hogy valóban a kérdéses betegtől érkeztek az adatok.

A telemedicina eljárásoknak saját ellenőrző folyamatokat, háttér és biztonsági rendszereiknek felügyeletét is magukba kell foglalniuk. A továbbított üzenetek és a tárolandó adatok leírásához egyedi adatok helyett adatgyűjteményeket kell definiálni. Az adatcsomagokat továbbítás előtt és után egyaránt validálni, ellenőrizni kell az érvényesség szempontjából. Digitális aláírás csatolása azonosíthatja a beteget, illetve az adatküldőt, hitelesítheti a kapott adatcsomag valóságát, azaz garantálhatja a kommunikáció sérülésmentességét. Szabályozni kell a telemedicina eljárásokat, ezáltal ellenőrizhető-

vé válik maga a folyamat, de egyúttal a szereplők is. A küldött és kapott adatok érvényességének és valóságának igazolása magas prioritást kap az eProtokoll készítése és felülvizsgálata során.

5. Az eHealth8 telemedicina architektúra

a) A telemedicina főbb szereplői és szerepeik

Beteg

- Az ellátás megrendelése az egészségügyi szolgáltatótól.
- Kapcsolattartás az ellátás többi szereplőjével (egészségügyi szolgáltató, közvetítő ügynök).

Egészségügyi szolgáltató

- A beteg kezelése, az ügynöktől kapott, a protokollszolgáltató által felügyelt telemedicina eszköz alkalmazásával.
- Eszközök és szolgáltatások megrendelés az ügynöktől.
- Orvosi szempontú kapcsolattartás a beteggel és az ügynökkel, riasztás esetén beavatkozás.
- Egyidejűleg több ilyen szereplő jelen lehet, a protokollszolgáltató felügyelete mellett.

Protokollszolgáltató

- A protokolltár és az aktív adatbázis felügyelete.
- Az eProtokollok alkalmazásának felügyelete.
- Egyedi szereplő.

Telemedicina szolgáltató

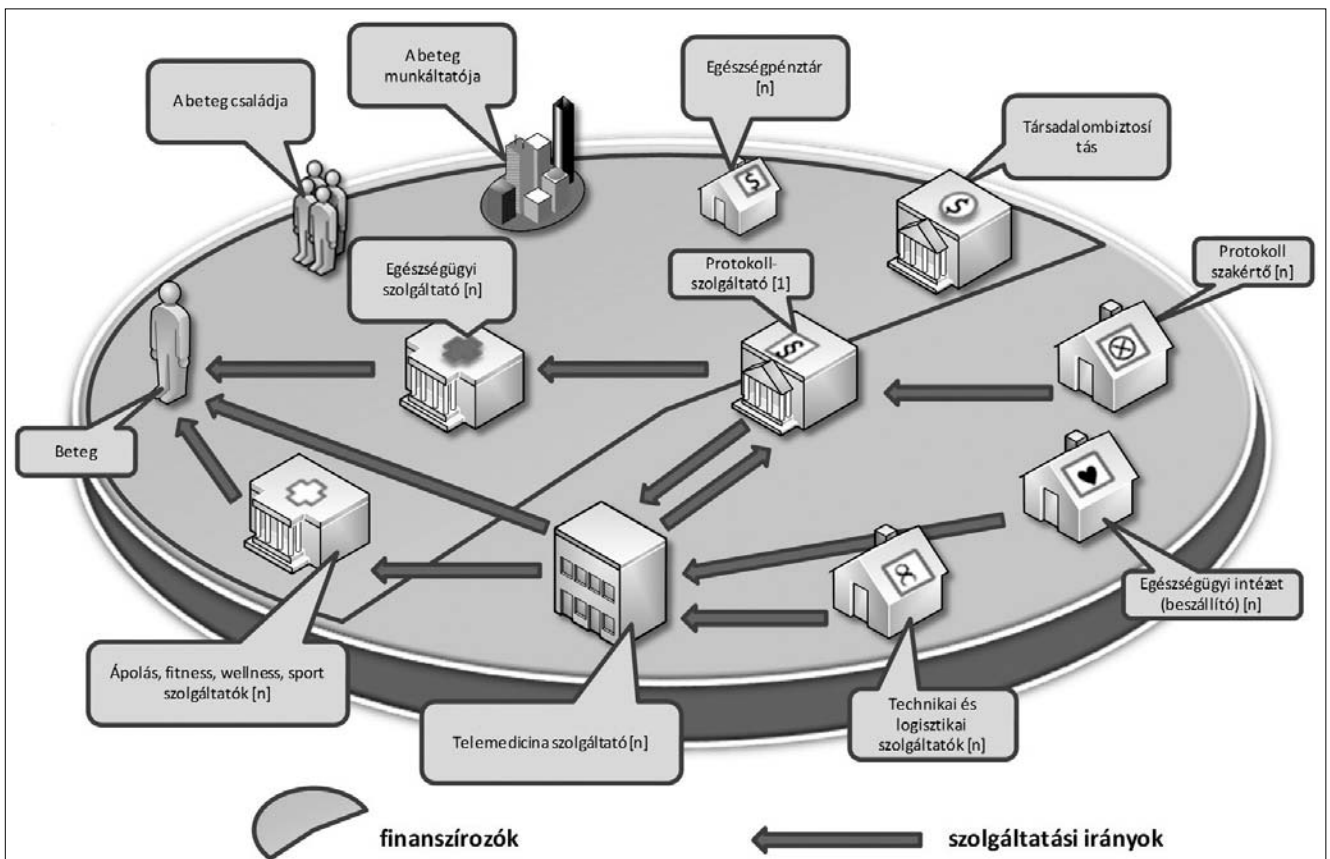
- Adatszolgáltatás biztosítása a beteg és az egészségügyi szolgáltató között az eProtokoll szerint.
- Átmeneti adattárolás és adatszolgáltatás az eProtokoll és a kommunikációs sémák szerint.
- Műszaki kiszolgálás és felügyelet a szereplők számára.
- Egyidejűleg több ilyen szereplő jelen lehet, a protokollszolgáltató felügyelete mellett.

b) A telemedicina architektúrája és kommunikációs sémája

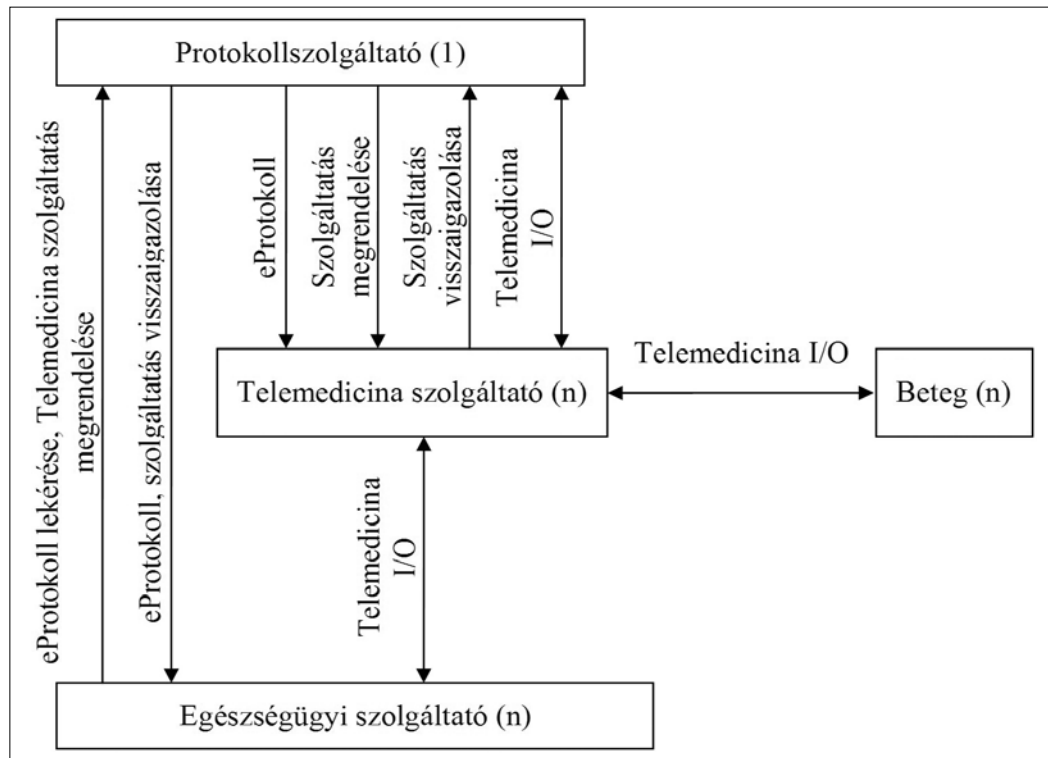
Az architektúra (1. ábra) tartalmazza a főbb szereplőket és szolgáltatási irányait. A protokollszolgáltató igénybe veszi a protokoll szakértő szakmai támogatását a protokollok értelmezéséhez, a felhasználás értékeléséhez és magának a protokollnak a karbantartásához. A telemedicina szolgáltató ugyancsak igénybe veszi az orvos-szakmai, egészségügyi beszállító, valamint a technológiai és logisztikai szolgáltatói háttérrel. A beteg az ábra szerint legalább háromféle módon veheti igénybe a szolgáltatást: egészségügyi ellátás keretében, fitness, wellness, sport, illetve szabadidős tevékenység keretében, vagy önállóan, egészségfelügyelet, illetve egészségmenedzselés céljából.

A 2. ábra a szűkebben értelmezett szereplők kommunikációját vázolja. A szolgáltatás létrejöttéhez, folyamatához és lezárásához szükséges adatcserék vázlatos ábrázolásával. A zárójelben lévő 1, illetve n folyamatban résztvevő szereplők számát jelzi, azaz 1 esetén csak egy

1. ábra A telemedicina architektúrája



2. ábra
A telemedicina
kommunikációs sémája



ilyen szereplő lehet a szolgáltatás nyújtása során, ugyanakkor n esetén több hasonló jellegű szereplő együttes jelenléte is feltételezhető.

c) A telemedicina-rendszer üzleti modellezési környezete

A projektnek célja egy olyan rendszer létrehozása, amely könnyen reprodukálható, a megszerzett tudás újrahasznosítása maximális hatásfokú. Ez a jelenlegi technológiai megoldások közül SOA (Service Oriented Architecture) alapelvek használatával tervezett és implementált BPMS rendszerrel valósítható meg. A szakmai és technikai protokollok BPMN (Business Process Modeling Notation) 1.2 szabvány szerint ábrázolt folyamatok, amelyek megfelelő BPMS (Business Process Modeling System) rendszerbe töltve és a szolgáltatásokat beépítve azonnal futó alkalmazássá alakíthatók.

Ezzel a módszerrel nem csak a fejlesztés ideje csökkent és a reprodukálhatóság egyszerűsödött le, hanem az orvosok számára is közvetlenül ellenőrizhetővé vált a futó program üzleti logikája.

A következő részben a végponti eszközök és az adatkommunikáció kerül ismertetésre.

A szerzőkről



DARAGÓ LÁSZLÓ 1984-ben szerzett fizikusi diplomát a KLTE-n, 2006-ban pedig PhD oklevelet a Debreceni Egyetem Matematika és Számítástudományok Doktori Iskolájában. A Semmelweis Egyetem Egészségügyi Informatikai Intézetének egyetemi docense. Kutatási területei: telemedicina, mesterséges intelligencia, információrendszerek tervezése, pixelizáció, DRG/HBCs.



ENGI CSABA 1995-ban szerzett villamosmérnöki diplomát a Budapesti Műszaki Egyetemen, majd 2008-ban MBA diplomát a Buckinghamshire New University-n (BUCKS). 1996 óta az Answare Kft. munkatársa. Pályafutása során infokommunikációs infrastruktúrák és rendszerek integrációjában, az integrációs tevékenység tervezésében, projektmegvalósításában szerzett tapasztalatot több alkalmazási területen: elektronikus üzenetkezelés, infrastruktúra-menedzsment, informatikai biztonság, egészségügyi informatika. Jelenleg az Answare Kft. pályázati tevékenységét koordinálja.

PESTI ISTVÁN 1991-ben szerzett diplomát a BME-n, 1992-2002 között MBA, 2006-2007-ben Bostonban MIT képzésben vett részt. Jelenleg a P-Invent Kft. ügyvezető igazgatója. Szakmai tapasztalatai között különböző projektek tervezése, koordinálása, menedzselése, pénzügyi lebonyolítása szerepel.



VASS DEZSŐ okleveles villamos üzem mérnök, klinikai mérnök. Korábban a Miskolci Semmelweis Kórház és Rendelőintézet műszermérnökeként dolgozott. Jelenlegi munkahelye a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közalapítvány Logisztikai és Gyártástechnikai Intézete, ahol az Informatika osztály vezetője. Elsődleges kutatási területe a telemedicina, azon belül is a teleradiológia és a telemonitoring rendszerek fejlesztése.