

Mate Beštek, Andrej Brodnik

Pogoji za uspešno eOskrbo

Povzetek. Ključna zahteva uspešnih IKT rešitev v procesu preobrazbe zdravstva iz oskrbe akutnih stanj v upravljanje kroničnih bolezni je interoperabilnost. Tovrstne rešitve predstavljajo intervencije, ki podpirajo spremembe vedenja, ki vodijo do boljšega zdravja. V okviru projekta eOskrba smo preizkusili metodo za načrtovanje in razvoj interoperabilnih intervencij za različne domene. Za uspešno uvajanje je ključen iterativen razvoj novih intervencij, ki so pripravljene tudi za vključitev v nacionalni elektronski zdravstveni zapis, hkrati pa podpirajo nacionalno strategijo pametne specializacije. Načrtovali in razvili smo štiri intervencije, ki smo jih tudi klinično testirali. V članku je kot prototipna predstavljena intervencija eDiabetes.

Preconditions for successful eCare

Abstract. The key requirement for successful ICT solutions in the ongoing process of healthcare transformation from acute care to managing chronic diseases is interoperability. The solutions are interventions targeting behavior change that leads to improved health. Within the eCare project we tested a method for design and development of interoperable interventions for different domains. The main idea is the iterative design and development of new interventions that can also interoperate with the national electronic health record and support the national strategy of smart specialisation. We have designed, developed and clinically tested four interventions. The paper describes the prototypical eDiabetes intervention.

■ **Infor Med Slov** 2015; 20(1-2): 17-29

Institucije avtorjev / Authors' institutions: Fakulteta za računalništvo in informatiko, Univerza v Ljubljani (MB); Inštitut Andrej Marušič, Univerza na Primorskem (AB).

Kontaktna oseba / Contact person: Mate Beštek, Fakulteta za računalništvo in informatiko, Univerza v Ljubljani, Tržaška 25, 1000 Ljubljana. E-pošta / E-mail: mate.bestek@gmail.com.

Prispelo / Received: 13.04.2015. Sprejeto / Accepted: 30.09.2015.

Uvod

Na področju zdravstva se odvija preobrazba iz področja akutne oskrbe k upravljanju kroničnih bolezni. Ta proces v kombinaciji s povešano pričakovano starostjo prebivalstva predstavlja glavni vir težav za vzdržnost zdravstvenih sistemov. Potrebno je vzpostaviti sodelovanje in usklajeno delovanje različnih ponudnikov zdravstvenih storitev. Vzpostavljanje tega sodelovanja je kompleksen proces, ki se odvija v številnih razvitih in razvijajočih se državah. Na področju zdravstva Evropa in Slovenija vidita boljše prihodnost in večjo konkurenčnost v globalnem pomenu, kar je predstavljeno v nacionalni strategiji za pametno specializacijo.^{1,2}

Ključni komponenti učinkovitosti IKT (informacijsko-komunikacijske tehnologije) sistema predstavljata opolnomočenje pacientov in povečanje skladnosti s predpisanimi terapijami. Splošno sprejeto dejstvo je, da IKT lahko uporabimo za podporo tema ključnima komponentama. Vemo, da pri tem odločilno vlogo igra interoperabilnost, saj predstavlja osnovo za dolgoročno vzdržnost.^{3,4} Težavnost doseganja interoperabilnosti je potrebno iskati predvsem v obstoječih tradicionalnih poslovnih modelih, ki temeljijo na zapiranju. Ponudniki zapirajo rešitve in jih prilagajajo konkretni stranki s ciljem povečanja tržnega deleža in zaradi pomanjkanja regulatornih zahtev po standardizaciji. Na ta način so ustvarjeni informacijski silosi, ki so med seboj nepovezani. Storitveno usmerjena arhitektura se uporablja za reševanja povezljivosti silosov, a potrebujemo dodatne, nove rešitve, če želimo reševati probleme s področja interoperabilnosti. Potrebno je omogočiti skupen način določanja strukture in pomena podatkov. Podatke, ki jih zajema mobilna naprava, je potrebno pošiljati na strežniške rešitve ali rešitve v oblaku. Od tam je iste podatke potrebno prenašati v različne storitve eZdravja brez dodatne drage integracije podpore. Do istih podatkov morajo imeti dostop zdravniki, medicinske sestre in ostalo zdravstveno osebje, ter na koncu pacient. Vse te podatke je potrebno modelirati izven obstoječih pristopov k razvoju IKT rešitev. Podatke je potrebno oplemenititi s pomenom z uporabo besednjakov – terminologij (npr. SNOMED-CT, LOINC, ICD-10). Tako modelirani in opisani podatki morajo postati standardizirani elementi. V tej smeri poteka veliko aktivnosti. Pregled pristopov modeliranju kliničnih podatkov je podan v literaturi.^{5,6} Tako dobimo skupno znanje, ki je osnova za semantično interoperabilnost. Na ta način strukturirani in opisani podatki lahko postanejo osnova za izmenjavo med

več domenami. V splošnem se poleg semantične interoperabilnosti govori še o treh tipih interoperabilnosti: tehnični, organizacijski in pravni. Za doseganje meddomenske interoperabilnosti se je potrebno ukvarjati z vsemi vidiki interoperabilnosti. Najbolj razširjen pristop k doseganju tega so profili, ki nastajajo v okviru iniciative IHE (Integrating the Healthcare Enterprise).⁷

V nadaljevanju predstavljamo pristope k modeliranju, ki smo jih uporabili na projektu eOskrba, ter način doseganja interoperabilnosti. Prav tako opredelimo naš pristop k načrtovanju intervencij. V rezultatih so predstavljeni glavni rezultati projekta s poudarkom na intervenciji eDiabetes. Na koncu razpravljamo o rezultatih in predstavimo bodoče korake.

Metode

Razvili smo platformo, ki podpira načrtovanje in razvoj intervencij. Arhitektura platforme je storitveno usmerjena, temelji na ontologijah in agilnih metodologijah. Platformo smo razvili z uporabo metodologij modeliranja BPMN²⁸ in openEHR⁹ ter orodij – odprtokodnega na BPMN2 temelječega procesnega stroja, XML podatkovne baze¹⁰ in uveljavljenega okolja Java Enterprise Edition (JEE),¹¹ ki predstavlja izvajalno okolje vseh komponent platforme.

Metodologija openEHR je omogočila ločitev kliničnega znanja od preostalega IKT okolja. Zdravniki, medicinske sestre in ostali zdravstveni delavci so prevzeli vlogo poslovnih analitikov v okviru modeliranja z BPMN2, saj so razvijali ključne klinične koncepte in procese oskrbe. Te smo potem uporabili v fazi razvoja, kjer so bili modeli oplemeniteni z dodatnimi metapodatki, ki so omogočili izvajanje modelov v izvajalnem okolju JEE. Pristop openEHR je omogočil višjo stopnjo semantične interoperabilnosti, ki temelji na uporabi znanja, ki ga uporabljajo vsi deležniki. Poleg osnovnih gradnikov, tj. arhetipov, ter dodatnih gradnikov, tj. predlog, ki arhetipe združujejo in dodatno omejujejo za potrebe trenutnega primera uporabe, smo uporabili obstoječe terminologije (npr. MKB-10), iz katerih smo termine preslikovali v elemente arhetipov in tako še dodatno pomensko oplemenitili modele kliničnega znanja. Za potrebe intervencije eDiabetes smo del arhetipov razvili specifično za sladkorno bolezen. Pri tem je bil del arhetipov skupen vsem intervencijam, ki smo jih implementirali, del arhetipov pa je bil vzet iz javnega odložišča fundacije openEHR.org. Bistveno je, da smo metodologijo openEHR uporabili tako za modeliranje zahtev na spletnem vmesniku kot za

potrebe integracij z zunanjimi sistemi (integracijski arhetipi).

Tako se npr. podatke, ki pridejo iz nekega sensorja, prav tako modelira z arhetipi in predlogami. Na ta način dobimo popolnoma strukturiran zapis zdravstvenih podatkov pacienta, ne glede na to, iz katerega sistema prihajajo podatki. S tem dosežemo višjo stopnjo interoperabilnosti.

Kot rečeno, se pogosto omenja več ravni interoperabilnosti:¹² tehnično, semantično, organizacijsko in pravno. Interoperabilnost je zlahka dosegljiva med dvema entitetama, ki se med seboj dogovorita o sodelovanju. Problem se pojavi, ko je potrebno doseči interoperabilnost med vsemi entitetami. Potrebno je doseči konsenz predvsem v uporabi skupnega znanja. O interoperabilnosti je potrebno govoriti globalno – čez več domen (zdravstvo, zavarovanja, javno zdravje, znanost idr.). Pogoja za doseganje tovrstne meddomenske interoperabilnosti sta *homogenost arhitekture* in *skupne ontologije*.¹³

V okviru projekta eOskrba smo se dotaknili vseh ravni interoperabilnosti. IHE določa profile, ki omogočajo meddomensko interoperabilnost (predvsem XCPD, XCA in XDR). IHE se prav tako z večino profilov dotika organizacijske interoperabilnosti. Dodatno smo na projektu eOskrba uporabili BPMN2 kot način modeliranja procesov oskrbe, ki jih je mogoče uporabiti kot skupno znanje med različnimi organizacijami. Semantično interoperabilnost smo podprli predvsem z uporabo openEHR in obstoječih terminologij, kot je MKB-10. Tehnična interoperabilnost je podprta z uporabo uveljavljenih standardnih protokolov.

Naš pristop k načrtovanju in razvoju intervencij je podoben pristopom, ki temeljijo na dekompoziciji. Osnovna zamisel¹⁴ je, da je potrebno najprej identificirati osnovne komponente terapije, ki vplivajo na široko množico uporabnikov, ter hkrati ugotoviti, kateri dodatni moduli so potrebni samo za določene uporabnike. Na ta način naj bi bilo mogoče doseči terapije, ki so bolj ustrezne, učinkovite in smiselne. Iz tega sledi, da je smiselno načrtovati preprostejše intervencije, čemur smo sledili na projektu eOskrba. Seveda je potrebno za potrebe vzpostavitve smiselnih intervencij upoštevati številne faktorje, kot so lastnosti ljudi, socialno-ekonomski status, družbeno okolje in tehnologija, za katere vemo, da so tesno povezani.¹⁵ Za potrebe načrtovanja intervencij smo izmed lastnosti intervencij, za katere obstajajo dokazi, da učinkujejo,¹⁶ izbrali

- prilagajanje vsebin,¹⁷

- kredibilnost,
- redno spodbudo in
- periodična opozorila (e-pošta, sms, telefon).

Lastnosti intervencij smo izbrali na podlagi preteklih izkušenj na projektu eDepresija.¹⁸ Pri izboru novih lastnosti smo dali prednost tistim, ki so se izkazale za pomembne v literaturi.¹⁶

Rezultati

Intervencijo eDiabetes smo načrtovali na iterativen način in pri tem uporabljali naslednje glavne značilnosti metode načrtovanja in podpornega okolja oziroma IKT platforme:

- šibko sklopljena na komponentah temelječa IKT platforma (komponente: dostop, integracija, meddomenska integracija, procesni stroj, izvajalno okolje za klinične modele, odložišče kliničnih modelov, odložišče kliničnih podatkov, odložišče podatkov pacientov, odložišče procesnih modelov, zbirka),
- ločeno modeliranje kliničnega znanja,
- odložišče kliničnih modelov,
- preverjanje skladnosti vhodnih podatkov s kliničnimi modeli,
- konvergenca mZdravja in eZdravja na nivoju procesov in
- enotna arhitektura strežniškega sistema in mobilnega podsistema.

Upoštevali smo vse štiri nivoje interoperabilnosti. IHE profili, ki so namenjeni izmenjavi podatkov med različnimi domenami (npr. XCPD, XUA in XDA) in so podprti z IKT, so bili z vidika pravne interoperabilnosti usklajeni na evropskem projektu velikega obsega z imenom epSOS.¹⁹ Na konkretnem projektu je to pomenilo vzpostavitev pravnih okvirjev,²⁰ ki so omogočili vzpostavitev kroga zaupanja, znotraj katerega so si entitete (v konkretnem primeru so to države EU) med seboj zaupale in so bile opredeljene pravice in dolžnosti vseh članov kroga zaupanja. Vsaka država je nato dodatno pravno reševala svoje posebnosti. Krog zaupanja se je izkazoval v IKT rešitvi, ki je omogočala izvedbo čezmejne izmenjave zdravstvenih podatkov. Na projektu eOskrba smo se v praksi seznanili s to rešitvijo in na se na ta način približali vidiku pravne interoperabilnosti, ki se izkazuje preko funkcionalnosti in različnih parametrov že omenjenih IHE profilov. Nivo nižje je organizacijska interoperabilnost, ki smo jo naslovili z uporabo procesnih modelov BPMN2. Seveda morajo biti ti modeli dostopni kot skupno znanje, da lahko govorimo o interoperabilnosti. Semantična

interoperabilnost je omogočena z ločenimi modeli kliničnega znanja. Ti modeli so javno dostopni. Vsi omenjeni modeli so uporabni za različne intervencije in tako smo jih uporabili. S tem smo skrajšali čas načrtovanja in razvoja nove intervencije. Če smo za načrtovanje prve intervencije potrebovali eno enoto časa, smo za načrtovanje in razvoj zadnje intervencije potrebovali približno 1/6 enote časa. Ta ocena seveda ni natančna, saj predpostavlja konstantno kompleksnost intervencije, nakazuje pa, da je mogoče z uporabo platforme doseči velike prihranke na področju razvoja intervencij, kar je zelo aktivno področje tako doma kot v tujini in se v praksi izkazuje v obliki rešitev mZdravja in eZdravja.

Metoda načrtovanja in razvoja intervencij

V okviru projekta eOskrba je metoda načrtovanja in razvoja novih intervencij vključevala:

- modeliranje procesov oskrbe in kliničnih konceptov,
- prepletanje modelov procesov oskrbe in modelov kliničnih konceptov,
- razvoj logike za podporo procesom v izvajalnem okolju,
- pripravo in razvoj testov za potrebe doseganja visoke kakovosti IKT rešitve,
- namestitve prepletenih modelov procesov oskrbe in modelov kliničnega znanja na izvajalno okolje,
- integracijo uporabniškega vmesnika s procesnimi modeli,
- dostop in testiranje intervencije za zdravnike, medicinske sestre in ostale vpletene v aktivnost načrtovanja ter
- vključitev pacientov.

Na projektu eOskrba smo načrtovali in razvili naslednje intervencije:

- eDiabetes (oddaljena oskrba kronično bolnih s sladkorno boleznijo tipa 2),
- eAstma (oddaljena oskrba kronično bolnih z astmo),
- eHujšanje (oddaljena oskrba pri ljudeh z debelostjo, ki predstavlja dejavnik tveganja),
- eŠport (preventivna intervencija za splošno populacijo s ciljem izboljšanja zdravih življenjskih navad),
- eShizofrenija (intervencija za kronično bolne s shizofrenijo, ki temelji na igranju iger s ciljem kognitivne rehabilitacije).

Aktivnosti načrtovana in razvoja so bile pri vseh intervencijah enake. Zaradi prostorskih omejitev v nadaljevanju podrobneje opisujemo samo intervencijo eDiabetes.

Modeliranje procesov oskrbe in kliničnih konceptov

V fazi analize in načrtovanja smo za potrebe intervencije eDiabetes izvajali delovne sestanke, na katerih so sodelovali predstavniki različnih področij. Intervencija tako vključuje znanja s področja medicine, tehnologije, družboslovja in vedenjskih znanosti. Deloma smo ta znanja zgradili že v preteklem projektu.¹⁸ Dodatna znanja smo pridobili z metodo strukturiranega intervjuja. Za potrebe intervencije eDiabetes smo sodelovali z zdravniki specialisti endokrinologije, zdravniki družinske medicine in diplomiranimi medicinskimi sestrami. Pridobili smo informacije o procesih oskrbe, ki se uporabljajo pri spremljanju kroničnih bolnikov diabetikov, ki so spremenjeni tako, da podpirajo vključitev domačega okolja v procese oskrbe. Zdravstveno osebje je pripravilo opise intervencije in tako postavilo glavne zahteve in cilje intervencije, ki so vodili nadaljevanje načrtovanja intervencije.

Za intervencijo eDiabetes smo identificirali naslednje glavne kategorije informacij:

- zdravstveno stanje pacienta (podatki pridobljeni v času pregleda, zgodovina podatkov, diagnoze, laboratorijski izvidi, zdravila, podatki pacientov pri samostojnem spremljanju stanja doma),
- podatki in informacije o procesih oskrbe, ki jih podpira platforma eOskrba,
- časovni intervali in opomniki ter
- pravila za analizo in interpretacijo podatkov.

Na podlagi vseh teh informacij smo lahko zgradili končni procesni model intervencije.

Pri tem smo za potrebe modeliranja procesov oskrbe uporabili metodologijo BPMN2. Med številnimi orodji, ki tovrstno metodologijo podpirajo, smo izbrali orodje Signavio. Orodje nam je omogočalo uporabo BPMN2 in drugih načinov modeliranja, npr. FMC za opisovanje arhitekture. Zahteve smo oblikovali z uporabo procesnih modelov, ki so nastali kot rezultat faze načrtovanja intervencije in so jih pregledali in potrdili zdravniki in ostali zdravstveni strokovnjaki. Takšen način podajanja zahtev se je že uveljavil in izkazal za uporabnega na različnih področjih.²¹ Na podlagi tako pridobljenih procesnih modelov smo lahko modelirali koncepte kliničnega znanja z uporabo metodologije openEHR, ki se v Sloveniji uporablja tudi na nacionalnem nivoju.^{22,23} Metodologija temelji na uporabi osnovnih gradnikov arhetipov, ki so splošni, in specifičnih gradnikov (predloge), ki temeljijo na arhetipih, a vključujejo samo tiste koncepte, ki so potrebni pri konkretnem primeru uporabe. Predloga je množica podatkovnih

elementov, ki je sestavljena kot unija podmnožic pomembnih elementov različnih arhetipov. Arhetip vedno predstavlja največji možni nabor podatkovnih elementov, ki niso vsi potrebni v vseh primerih uporabe oziroma končnih aplikacijah. Za potrebe načrtovanja arhetipov in predlog smo uporabili brezplačna orodja Archetype Editor in Template Designer.

Osnovna enota vsakega procesnega modela je *Naloga*, ki je lahko izpolnjevanje spletnega obrazca, sms sporočilo, elektronsko sporočilo itd. Vsako tako nalogo smo modelirali kot predlogo openEHR. Vsak spletni obrazec smo modelirali na enak način. Za potrebe projekta eOskrba smo uporabljali obstoječe arhetipe (36% vseh arhetipov na eOskrbi), del arhetipov smo prilagodili in jih lahko uporabili na vseh intervencijah (36%), del arhetipov (28%) pa je bil prilagojen intervencijam (to vključuje vseh 5 intervencij).

Prepletanje modelov procesov oskrbe in modelov kliničnih konceptov

V prvi fazi pridobljene procesne modele in modele kliničnega znanja je bilo potrebno opremiti še z dodatnimi metapodatki in programsko kodo v programskem jeziku Java. Plemenitenje obstoječih modelov je izvajal razvojni inženir, ki je natančno poznal izvajalno okolje, v katerega se je takšne modele namestilo, da so bili pripravljene za izvajanje ter uporabo. Razvojni inženir je dodatne attribute dodajal na datoteke tipa XML, ki smo jih pridobili z izvozom procesnih modelov iz spletnega orodja Signavio. Programsko kodo, napisano v jeziku Java, je razvojni inženir napisal z uporabo brezplačnega odprtokodnega orodja Springsource, ki temelji na splošno znanem in široko uporabljanem odprtokodnem orodju Eclipse. Pri tem je razvojni inženir imel svobodo uporabe poljubnih knjižnic, ki so mu pohitrile in poenostavile delo. Seznam vseh uporabljenih knjižnic in vsa nastala programska koda, procesni in drugi modeli ter ostali deli IKT rešitve so na voljo na domači strani projekta.

Potrebno je poudariti, da so se uporabili isti modeli, kot so nastali v prvi fazi. Običajno je namreč, da se uporabi za potrebe namestitve v izvajalno okolje drugačne modele (npr. BPEL). Ker tega nismo naredili, smo premostili semantični prepad, ki je za tovrstne modele značilen, ko se v fazi prenosa modelov v izvajalno okolje izgubi ali spremeni pomen, kot ga vidijo poslovni analitiki in vsebinski strokovnjaki v primerjavi s pomenom, kot ga vidijo razvojni inženirji.

Izvajalno okolje za procesne modele je komponenta procesni stroj, ki je lahko samostojna komponenta (npr. na mobilni napravi) ali del druge rešitve. Uporabljena je bila brezplačna komponenta Activiti. Uporaba procesnega stroja je seveda v skladu s storitveno usmerjenimi arhitekturami, kar pomeni, da je procesne modele brez večjih naporov mogoče vključiti v poljubno drugo rešitev ali sistem. Celo več, mogoče je govoriti o knjižnici procesnih modelov, o knjižnici procesov oskrbe, ki lahko postanejo uporabljeni v številnih drugih rešitvah. Predstavljajo skupno znanje, ki je pogoj za interoperabilnost. Ker modeli orkestrirajo ljudi in računalniške sisteme, ki so sestavni del poslovnih procesov vsake organizacije, se je na ta način mogoče približati višji stopnji organizacijske interoperabilnosti, če več organizacij posvoji modele.

Razvoj logike za podporo procesom v izvajalnem okolju

Programski jezik Java smo uporabili za določitev natančne logike, ki je dodatno podprla delovanje procesnih modelov. Vsako Nalogo v procesnem modelu podpira v izvajalnem okolju del programske kode. Logika praviloma na začetku pridobi vhodne podatke in uporabi objektni model openEHR za preverjanje vhodnih podatkov (naloži arhetipe in predloge, preveri strukturo in pravila, ki so v teh zapisana, in preveri, če vhodni podatki spoštujejo vsa ta pravila).

Po uspešnem preverjanju pravilnosti vhodnih podatkov se podatke shrani v obliki XML dokumentov – ne obstaja relacijski zapis v obliki tabele, ki ga je potrebno ob vsaki spremembi podatkov popravljati in predstavlja vir finančne neučinkovitosti in nevezdržnosti IKT rešitev na področju zdravstva (spremembe so namreč v zdravstvu zelo pogoste, programske hiše pa praviloma zaračunavajo vsako spremembo). Uporaba openEHR kot stranski učinek poceni vzdrževanje IKT rešitev.

Priprava in razvoj testov za potrebe doseganja visoke kakovosti IKT rešitve

Razvili smo teste, ki so preverjali pravilnost delovanja kode (enotni testi), in teste, ki so preverjali pravilnost delovanja celotnih procesov in sodelujočih komponent (integracijski testi). Gre za uveljavljen način doseganja visoke kakovosti programskih rešitev. Za razvoj tovrstnih testov se uporablja že omenjeno orodje Springsource ali Eclipse.

Namestitev prepletenih modelov procesov oskrbe in modelov kliničnega znanja na izvajalno okolje

Ustrezno preverjene procesne modele se v tej fazi namesti na izvajalno okolje. To je lahko poljubni javanski aplikacijski strežnik (*Java Application Server*). Tovrstne rešitve so večinoma brezplačne in odprtokodne. Zaradi vsesplošne razširjenosti prav tako ne predstavljajo visokih stroškov za vzdrževanje. Procesni stroj, ki je poganjal procesne modele, je nameščen na aplikacijski strežnik. Procesni stroj ima že vgrajene protokole, ki omogočajo integracije s procesnim strojem in s tem s procesnimi modeli, ki so nameščeni v procesnem stroju. Procesni model je v resnici samostojna programska rešitev. V nadaljevanju je predstavljena integracija uporabniškega vmesnika z našim procesnim strojem in na njem nameščenih procesnih modelov.

Integracija uporabniškega vmesnika s procesnimi modeli

Uporabniški vmesnik je ločena spletna aplikacija, ki se integrira s procesnim strojem in procesnimi modeli preko standardiziranega vmesnika. Spletna aplikacija je nameščena na drugem strežniku. Funkcionalnosti spletne aplikacije smo razvili deloma na podlagi zahtev procesnih modelov, deloma na podlagi izkušenj na prejšnjem projektu¹⁸ in deloma na podlagi dodatnih zahtev bodočih uporabnikov. Spletno aplikacijo je skupina razvojnih inženirjev razvila z uporabo programskega jezika Groovy in razvojnega ogrodja Grails. Razvoj je prav tako potekal v orodju Springsource. Pomembno je, da bi tovrstno spletno aplikacijo lahko razvili z uporabo poljubne tehnologije.

Procesni model krmili proces oskrbe in pri tem vključuje spletno aplikacijo. Primer: del procesa oskrbe je naloga, pri kateri mora pacient izvesti meritev glukoze v krvi. Pri tem se ustvari naloga za pacienta, ki je v obliki spletnega obrazca. Spletna aplikacija preko integracijskega vmesnika pridobi spletni obrazec in ga prikaže pacientu. Ta potem vnese podatke in potrdi oddajo. Spletna aplikacija podatke preko integracijskega vmesnika pošlje na procesni stroj, ki potem izvede preverjanje podatkov in shranjevanje v zdravstveni karton eOskrbe. Brez težav bi se v tej točki lahko izvedlo shranjevanje npr.

v nacionalni elektronski zdravstveni zapis (EZZ) preko standardnih protokolov interoperabilnosti.

Dostop in testiranje intervencije za zdravnike, sestre in ostale vpletene v aktivnost načrtovanja

Spletno aplikacijo smo po koncu razvoja predali v testiranje vsem, ki so pri načrtovanju sodelovali. Takrat so nastale dodatne zahteve, predvsem glede spletnega vmesnika. V času testnega obdobja smo imeli vzpostavljeno testno okolje,²⁴ ki je bilo kopija produkcijskega okolja.²⁵ Izvedli smo izobraževanje za bodoče uporabnike, pri čemer pacienti v tej fazi niso bili vključeni.

Vključitev pacientov

Za potrebe ugotavljanja učinkovitosti intervencije smo dobili soglasje za izvedbo klinične študije pri Komisiji RS za medicinsko etiko ter študijo prijavili v mednarodni register kliničnih poskusov (<https://clinicaltrials.gov/>). Paciente smo pri vključevanju v sistem naključno razdelili v dve skupini – kontrolno in eksperimentalno. Pacienti, ki so bili vključeni v eksperimentalno skupino, so prejeli navodila za uporabo spletne aplikacije. IKT platforma vsebuje še dodatno komponento, ki omogoča razvrščanje pacientov za potrebe izvedbe klinične študije. Zdravniki in osebje zdravstvene nege so sicer lahko uporabljali spletno aplikacijo za obe skupini pacientov – predvsem zaradi vpisovanja podatkov, pridobljenih na rednih kontrolnih pregledih.

Intervencija eDiabetes (leD)

Opis intervencije je osredotočen na informacijski vidik in ne posega podrobneje v medicinskega. Cilj intervencije je bil doseči stalnost in urejenost oskrbe, kar obsega tri vidike:

- pacient spremlja svoje zdravstveno stanje doma in ima hkrati omogočene nove komunikacijske kanale z zdravstvenim osebjem (pogovor v živo, asinhrona vprašanja in odgovori, modul novice, modul izobraževanja in modul priporočila);
- pacient ima vpogled v svoj zdravstveni karton – podatke iz domačega okolja in podatke, ki nastanejo na pregledu v ordinaciji (gre za hibridni model²⁶ osebnega zdravstvenega kartona);
- seznam pacientov, urejen glede na urejenost diabetesa, na podlagi katerega je moč optimizirati obiske v ordinaciji.

Slika 1 Uporabniški vmesnik za zdravnika s prikazano masko za vnos novega pacienta.

Slika 2 Uporabniški vmesnik za pacienta s prikazano masko za vnos meritev.

Intervencija predvideva tri različne vloge uporabnikov: pacient, skrbnik oskrbe in zdravnik. Funkcionalnosti na spletnem vmesniku, ki so na voljo skrbnikom oskrbe in zdravnikom (gl. zgornjo menijsko vrstico na sliki 1), so:

- Naloge
- Zdravstveno stanje
- Poročila
 - Zadnje meritve
 - Sladkor v krvi
 - Krvni pritisk
 - Telesna masa
- Poročila
 - Zgodovina meritev
 - Poročila po meri

- Administracija
 - Dodajanje pacienta
 - Iskanje po pacientih
 - Pacient v stanju čakanja
 - Nov obisk pacienta
 - Seznam obiskov pacienta
- Vprašanja in odgovori
 - Moja odprta vprašanja
 - Čakajoča vprašanja
- Pogovor v živo
 - Čakajoči pogovori
 - Zgodovina pogovorov
- Vsebine
 - Razna priporočila, novice, izobraževanja in podobno
 - Priporočila
 - Novice
 - Izobraževalna vsebina
- Statusna vrstica (gl. okvir desno zgoraj na sliki 1)
 - Število opravil v koledarju
 - Število nalog v modulu Naloge
 - Nastavitve

Pacient ima na voljo manj funkcionalnosti, ki so prikazane na sliki 2.

Sledi opis nekaterih funkcij in procesov ter načina njihove podpore v kodi aplikacije. Poudariti je potrebno, da modul *Administracija* ni na voljo pacientom. Dodajanje pacienta omogoča dodajanje novega pacienta v sistem. V našem primeru je to pomenilo tudi izbiro skupine zaradi potreb klinične študije. Nato se odpre zdravstveni karton novega pacienta (primer je na sliki 1). Ta je na platformi podprt s predlogo openEHR, ki uporablja različne arhetipe ter jih omeji za potrebe trenutnega primera uporabe. Takšna predloga tako vsebuje naslednje arhetipe: podrobnosti o vključitvi, družinska anamneza, uživanje alkohola, kajenje, zdrav življenjski slog, telesna masa, indeks telesne mase, krvni pritisk, opis preostale anamneze, vprašalnik WONCA, diagnoze in terapija. Spletni obrazec, ki predstavlja zdravstveni karton pacienta, je v rešitvi podprt s predlogo openEHR. To pomeni, da je obrazec možno samodejno ustvariti iz predloge openEHR brez dodatnih posegov programerja. Sama predloga je vedno povezana s konkretnim primerom uporabe, ki ga trenutna aplikacija podpira. Omejitve, ki jih predloga opredeli, se nanašajo na elemente iz arhetipov. Kot je bilo že omenjeno, arhetipi

predstavljajo maksimalen nabor podatkov, ki so povezani z nekim kliničnim konceptom. Ker v konkretnem primeru uporabe praviloma ne potrebujemo vseh elementov arhetipa, uporabimo mehanizem predlog, ki omogočajo izključitev elementov iz arhetipov, ki jih trenutno ne potrebujemo. Množica arhetipov predstavlja maksimalen model kliničnih konceptov, predloga pa jih omeji – prilagodi zahtevam trenutnega primera uporabe.

V predlogi, ki predstavlja zdravstveni karton pacienta, so uporabljeni arhetipi, ki so definirani in objavljeni v javnem odložišču openehr.org, arhetipi, ki so skupni vsem intervencijam, ter arhetipi, ki so specifični za diabetes (npr. vprašalnik WONCA). Na podoben način so definirane vsi ostali vnosni obrazci na spletnem vmesniku. Tak pristop k razvoju novih aplikacij nam torej omogoča, da lahko spletne obrazce podpremo z modeli openEHR in jih ustvarimo ločeno – izven konkretne aplikacije (podobno kot to velja za arhetipe, predloge in procesne modele). Na ta način je omogočeno spreminjanje vnosnih obrazcev brez dodatnih sprememb na podatkovni bazi. Če se pojavi zahteva po spremembi spletnega obrazca, je potrebno izvesti spremembo v predlogi openEHR. Iz te se samodejno ustvari nov spletni obrazec, ki ga konkretna aplikacija pridobi in prikaže uporabniku.

V povezavi z modeliranjem procesov oskrbe se je najbolj dotakniti funkcionalnosti spletnega vmesnika Naloge. Procesni stroj namreč poganja modelirane procese in v vsakem koraku lahko npr. definira novo nalogo za pacienta, skrbnika oskrbe oziroma zdravnika. Naloga je lahko vnos meritve, za katero obstaja posebna vnosna maska. Struktura in vsebina vnosne maske je del konkretnega procesnega modela. Ko procesni stroj ustvari novo nalogo za pacienta (v skladu s protokolom oskrbe, ki ga proces določa), spletna aplikacija preko integracijskega vmesnika pridobi novo nalogo za uporabnika in jo prikaže na spletnem vmesniku. To pomeni, da dejanska struktura in vsebina naloge ni del spletne aplikacije. Iz tega sledi, da spletne aplikacije ni potrebno spreminjati, če se spremeni vnosna maska določene naloge ali se zgodi kakršnakoli druga sprememba procesa oskrbe. Spletna aplikacija tako predstavlja standardiziran vmesnik, ki se ga lahko uporablja za potrebe oddaljene oskrbe. Dodatno je potrebno omeniti še, da je pacient obveščen o čakajočih nalogah (e-pošta, sms).

Ko pacient izvede meritev (primer naloge) in vnese vrednost, spletna aplikacija pošlje meritev na procesni stroj v konkreten proces, ki sedaj lahko nadaljuje z izvajanjem procesa oskrbe za konkretnega pacienta. To vključuje preverjanje ustreznosti novih meritev in

ugotavljanje kritičnosti. Na podlagi tega se izvede algoritem, ki določa, koga je potrebno obvestiti v primeru dobre, kritične ali slabe meritve.

Funkcionalnost spletnega vmesnika *Zdravstveno stanje* omogoča vpogled v trenutno stanje meritev ključnih parametrov. Funkcionalnost *Statusna vrstica* z uporabo grafičnega elementa uporablja zeleno, oranžno in rdečo barvo za prikaz trenutnega zdravstvenega stanja pacienta z vidika urejenosti oskrbe diabetesa. Zelena barva označuje urejen diabetes, oranžna barva mejno urejenost in rdeča barva kritično urejenost. Funkcionalnost *Poročila* omogoča bolj podroben pregled različnih parametrov zdravstvenega kartona. Pacient lahko pregleduje svoje meritve glede na tip meritve in časovno obdobje. Pri skrbniku oskrbe in zdravniku je dodaten še parameter identifikator pacienta.

Za potrebe komunikacije so vsem uporabnikom na voljo funkcionalnosti *Vprašanja in odgovori*, *Pogovor v živo* in *Vsebine*. Vprašanja in odgovori omogočajo pacientom postavljanje vprašanj zdravstvenemu osebju – vsem hkrati. Nato se lahko zdravnik ali medicinska sestra odloči, da prevzame vprašanje, ki s tem postane zasebne narave. Pri pogovoru v živo je potek podoben, le da je predvideno, da je medicinska sestra ali zdravnik trenutno prisoten in odgovarja na vprašanja v živo. Funkcionalnosti *Pogovor v živo* se sicer ni najbolje obnesla, saj zdravstveni strokovnjaki niso bili časovno usklajeni s pacienti, ki so imeli tovrstne zahteve po pogovoru. Bolje so se obnesla *Vprašanja in odgovori*, ki omogočajo asinhron oziroma odložen način komunikacije.

Pri vsebinah so mogoči vnosi novic, priporočil in izobraževalnih vsebin. Uporabljali so jih zdravniki in medicinske sestre, da so pacientom podajali nova znanja, ki so jih dodatno motivirala in opolnomočila – okrepila prepričanje o lastni sposobnosti za boljši nadzor nad diabetesom.

Uporabniški vmesnik za vse vloge je na voljo na spletnem naslovu <http://test.eoskrba.si>, kjer je prijava v aplikacijo možna z uporabo uporabniških imen in gesel, navedenih v tabeli 1.

Tabela 1 Podatki za dostop do aplikacije eDiabetes v testnem okolju na spletnem naslovu <http://test.eoskrba.si>.

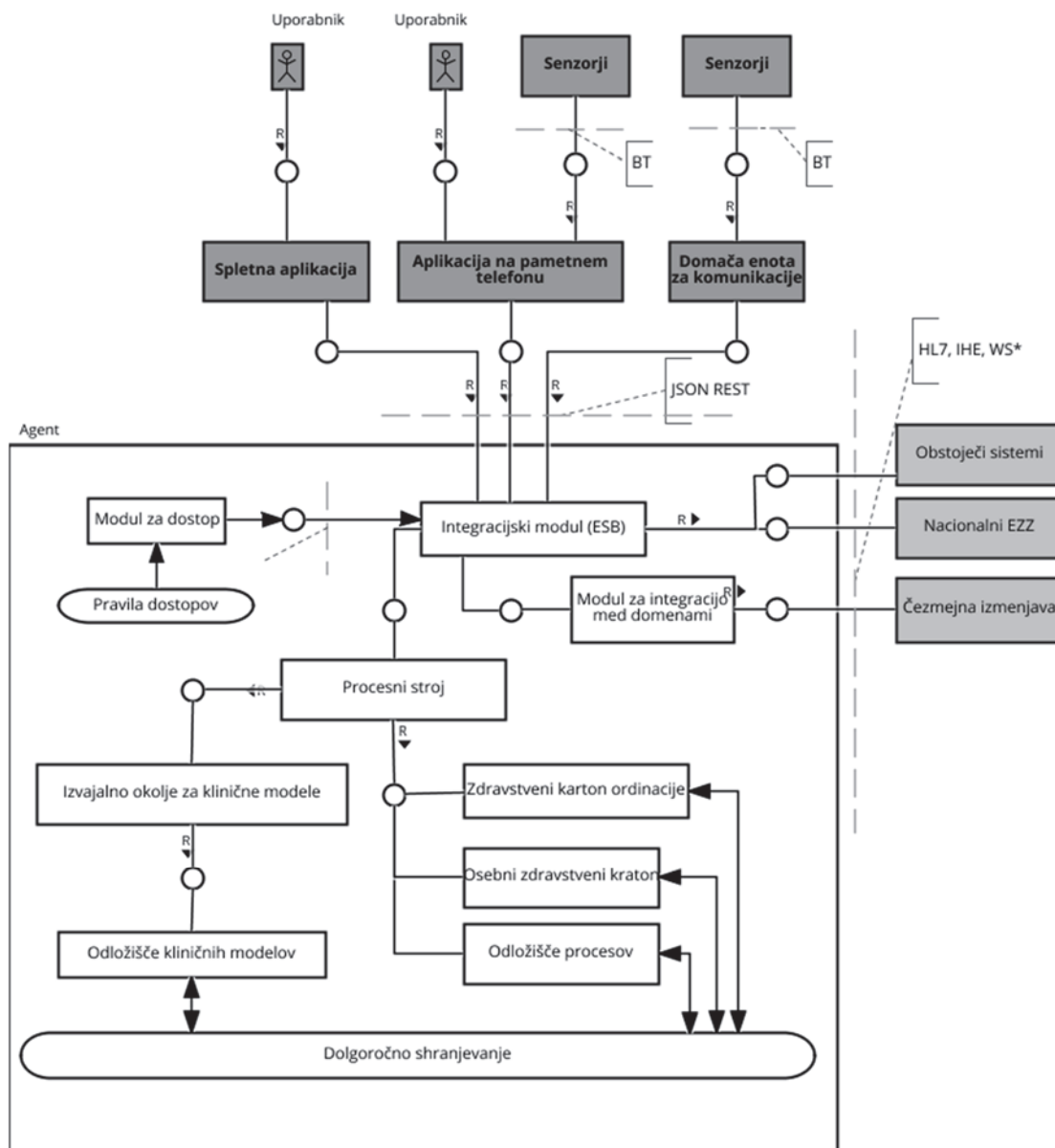
| Vloga | Uporabniško ime | Geslo |
|----------------|-----------------|----------------|
| Pacient | mz.pacient.di | mz.pacient.di |
| Zdravnik | mz.zdravnik.di | mz.zdravnik.di |
| Skrbnik oskrbe | mz.sestra.di | mz.sestra.di |

Analizo podatkov o uporabi intervencije eDiabetes bomo predstavili v ločeni publikaciji. Lahko omenimo, da podatki kažejo, da so pacienti in medicinske sestre zelo dobro sprejeli novo orodje in redno opravljali naloge, ki so jim jih dodelili procesi oskrbe. Prav tako je razmeroma malo pacientov izstopilo iz študije.

Arhitektura platforme eOskrba

Arhitektura platforme je storitveno usmerjena. Ponuja abstrakcije na ravni poslovnih pravil in omogoča neodvisnost od ponudnikov nižjenivojskih tehnologij (npr. spletne storitve).¹³ Razvita platforma je osredotočena na pacienta in podpira integrirano oskrbo, pri kateri so procesi oskrbe načrtovani usmerjeno v pacienta in njegove potrebe. Prav tako je platforma načrtovana tako, da omogoča podporo različnim intervencijam. Pri načrtovanju smo veliko pozornosti posvetili cenovni učinkovitosti, ki je dosežena s tem, da se omogoči dostop do čim širše množice uporabnikov,^{27,16} saj se z večanjem števila uporabnikov cena na uporabnika niža.

Na sliki 3 je prikazana arhitektura sistema, v nadaljevanju pa podajamo opise nekaterih osnovnih elementov diagrama FMC (Fundamental Modeling Concepts). LDAP označuje tehnični protokol, ki se uporablja za potrebe avtentikacije in avtorizacije uporabnikov. BT označuje brezžični protokol Bluetooth, ki se uporablja na mobilnih napravah. JSON REST označuje protokol, ki se uporablja za izmenjavo podatkov v spletnih aplikacijah. HL7 je uveljavljen protokol na področju zdravstva ter v zadnjem času tudi na področju zagotavljanje interoperabilnosti (predvsem z iniciativo HL7 FHIR,²⁸ ki npr. v Veliki Britaniji skupaj z openEHR predstavlja nacionalni pristop k zagotavljanju interoperabilnosti).²⁹ Pregled razlik med pristopoma openEHR in HL7 podajajo tuji³⁰ in slovenski viri.³¹ IHE označuje profile, ki se uporabljajo za izmenjavo podatkov z drugimi sistemi. WS* označuje družino standardov, ki se uporabljajo na področju integracije različnih sistemov z uporabo tehnologij spletnih storitev. WIFI označuje brezžično omrežje, 3G označuje mobilno brezžično omrežje. Oznaka R (ang. *request*) na diagramu nakazuje izvajanje zahtevka oziroma komunikacije. Črčkane navpične črte označujejo meje med različnimi akterji. Krožci na povezavah med akterji predstavljajo komunikacijski kanal, črno obarvani trikotniki na povezavah med akterji pa prikazujejo tip in smer komunikacije (branje, pisanje, branje in pisanje).



Slika 3 Arhitektura sistema v obliki diagrama FMC (Fundamental Modeling Concepts; za razlago glej besedilo).

Z okvirjem, nad katerim je oznaka Agent, so zamejeni elementi zalednega dela platforme eOskrba. Osrednjo vlogo ima komponenta Procesni stroj, katere naloga je izvajanje orkestracij, modeliranih s pristopom BPMN2. Komunikacijskega vzorca tipa koreografija še nismo uporabili.

Desno od okvirja so sivo obarvani zunanji sistemi. S sivo barvo in poudarjenim besedilom so označeni uporabnik in vmesniki, preko katerih je omogočen dostop do platforme eOskrba. Črtkano so med različnimi deli označeni protokoli za povezovanje, kjer se je potrebno posvetiti vprašanju interoperabilnosti.

Bolj kot sama topologija komponent je pomembno, da na komponente lahko gledamo kot na agente, ki

lahko delujejo samostojno in med seboj komunicirajo preko sporočil. Sporočila so ustvarjena z uporabo vsem dostopnega znanja, standardov in terminologij, ki so vnaprej dorečeni. Tovrsten pristop k interoperabilnosti se imenuje poenoten pristop (sorodna pristopa sta še polna integracija in federacija).^{32,33} Prikazana arhitektura se je ponovila pri našem mobilnem sistemu, ki spada v področje mZdravja. To pomeni, da tovrstno arhitekturo skupaj z omenjenimi elementi (okvir Agent na sliki 3) lahko uporabimo na mobilni napravi, kot je pametni telefon, kar je deloma izvedeno v okviru študijskega projekta.³⁴ Tako lahko procesne modele in modele kliničnega znanja prenesemo na mobilne naprave.

Struktura agenta (okvir Agent na sliki 3) omogoča delovanje tako na strežniku kot na mobilni napravi.

Bistvena razlika je v izvajalnem okolju, ki nudi različne sistemske storitve, a za naš pristop to ne predstavlja posebne omejitve. Dosegli smo namreč arhitekturno homogenost in uporabo deljenega znanja,¹³ kar sta osnovna koraka k doseganju interoperabilnosti med različnimi domenami. Interoperabilnost med domenami pa je pogoj za uveljavitev globalnega virtualnega zdravstvenega zapisa.

Razprava in zaključek

Zaradi transformacije zdravstvenih sistemov iz oskrbe akutnih stanj k upravljanju kroničnih bolezni, ti sistemi postajajo porazdeljene in specializirane sodelujoče strukture, katerih cilj je povečanje kakovosti in varnosti oskrbe ter ustreznosti in učinkovitosti izvajanja oskrbe.³⁵ Zdravstvene sisteme lahko modeliramo kot kompleksne adaptivne sisteme (KAS),³⁶ pri katerih skupina samostojnih agentov deluje na nepredvidljiv način, hkrati pa so agenti med seboj povezani tako, da akcije enega agenta vplivajo na spreminjanje konteksta drugih agentov (primer: primarno zdravstvo). Zgodovinsko gledano so zdravstveni sistemi zrasli po obsegu, a nikoli se jih ni načrtovalo v pravem pomenu besede. Rast in razvoj sta bila naravna. Zato je nemogoče vnaprej določiti meje sistema in vse procese tipičnega zdravstvenega sistema. Lahko pa ugotovimo, da si agenti med seboj izmenjujejo informacije na način orkestracije (centralni koordinator) ali koreografije (vsak z vsakim). Pri tem je velik poudarek na homogenosti arhitekture tovrstnih agentov in interoperabilnosti kot zmožnosti medsebojnega razumevanja agentov ter tudi podobnega delovanja agentov v smislu organizacije in podobnih ali interoperabilnih pravnih okvirjev.

Za podporo zdravstvenim sistemom kot kompleksnim adaptivnim sistemom, katerih način delovanja se v zadnjem času preoblikuje in usmerja bolj v upravljanje kroničnih bolezni, so za podporo komunikaciji in sodelovanju različnih vpletenih deležnikov potrebne napredne IKT rešitve. To vodi k naprednim modelom oskrbe, ki temeljijo na personalizaciji oskrbe, kar vključuje preventivo, domačo oskrbo, storitve za starejše in storitve za podporo življenjskemu slogu.³⁵ Govorimo lahko o personalizaciji zdravstvenega sistema.

Na projektu eOskrba smo želeli vzpostaviti homogeno arhitekturo za različne agente, ki bi bili medsebojno interoperabilni. Zato smo k modeliranju procesov oskrbe pristopili z vidika uporabe orkestracije in koreografije kot načinov komunikacije med neodvisnimi agenti ter izbrali BPMN2 kot pristop, ki hkrati podpira oba načina komunikacije. Pri

projektih, kjer poslovni analitiki modelirajo procese, se po fazi modeliranja izvaja še faza preslikave modeliranih procesnih modelov v procesne modele, ki so namenjeni izvajanju v izvajalnem okolju (npr. Business Process Execution Language – BPEL). Pri tem, kot rečeno, pride do razlik med tem, kako procese vidijo poslovni analitiki, in tem, kako jih vidi razvojni inženir. Ta razlika predstavlja pomenski prepad, ki je lahko vir napačnih končnih rešitev, zato ga je potrebno premostiti z natančno uskladitvijo obeh vrst procesnih modelov.³⁷ Na projektu eOskrba smo se tovrstnemu pomenskemu prepadu izognili z uporabo BPMN2 in procesnega stroja, ki privzeto podpira izvajanje modelov BPMN2 v izvajalnem okolju.³⁸

Platforma eOskrba omogoča modeliranje ad-hoc personaliziranih procesov, ki uporabljajo modele kliničnega znanja (openEHR⁹) za preverjanje veljavnosti podatkov in podporo odločanju. Skupaj z uporabo obstoječih terminologij predstavljajo tovrstni modeli kliničnega znanja osnovo za doseganje semantične interoperabilnosti. Platforma omogoča dodajanje, brisanje in popravljanje procesov in je s tega vidika razširljiva in prilagodljiva bodočim zahtevam.

Algoritmi in procesi oskrbe, ki so del rezultatov projekta, lahko postanejo del nacionalne knjižnice procesov oskrbe, ki se jih nato uporabi pri drugih intervencijah. Na tem področju so koristna tudi znanja s področja razvoja referenčnih procesnih modelov, ki definirajo družine procesnih modelov (npr. za vsako specialnost imamo lahko svojo družino procesnih modelov).^{39,40}

Nacionalna zbirka procesov in algoritmov oskrbe predstavlja novo raven skupnega znanja, s pomočjo katerega se dodatno približamo organizacijski interoperabilnosti. Z uporabo tovrstne nacionalne knjižnice bi omogočili nove rešitve tako na področju eZdravja kot na področju mZdravja. Pri slednjem je večji poudarek na mobilnosti in na uporabi prenosnih tehnologij, ki lahko vključujejo različne senzorje in aktuatorje, ki lahko dodatno pripomorejo h kakovosti zajetih podatkov in poenostavitvi zajema podatkov za paciente, ki jim v tem primeru ni več potrebno izvajati ročnih vnosov, pač pa le izvedejo meritev.

Prihodnje delo lahko vključuje uporabo pristopa in platforme na nacionalni ravni ter izboljšave posameznih komponent platforme. Deloma je ta zamisel že podprta, saj se na nacionalni ravni uporablja metodologija openEHR.⁴¹ Slovenija openEHR uporablja kot nacionalni pristop k modeliranju kliničnih podatkov, saj so bili v okviru

nacionalnega projekta eZdravje na Ministrstvu za zdravje objavljeni javni razpisi, ki so temeljili na uporabi metodologije openEHR.^{22,23} Podobno velja za Nacionalni inštitut za javno zdravje, ki metodologijo openEHR uporablja v evropskih projektih.⁴² eOskrba je eden prvih večjih projektov v Sloveniji, ki je temeljil na uporabi openEHR, kjer so bili razviti infrastrukturni elementi, ki omogočajo uporabo openEHR v delujočih rešitvah. Vse rešitve, ki so bile uporabljene in razvite v okviru projekta eOskrba, so odprtokodne, zato so nižji tudi stroški razvoja in vzdrževanja.

Projekt eOskrba in IKT platforma, ki je rezultat projekta, ter rešitve, ki jih je mogoče podpreti z IKT platformo v prihodnje, podpirajo strategijo pametne specializacije,² ki se usklajuje z evropsko kohezijsko politiko in vključuje področje zdravja kot eno od področij, na katerem Slovenija in Evropa vidita svojo prihodnost.

Vsi modeli kliničnega znanja bodo objavljeni v okviru nacionalnega projekta eZdravje v rešitvi Upravljalca kliničnega znanja (UKZ).⁴³ Rešitev UKZ podpira procese upravljanja z arhetipi in predlogami. Vsi rezultati projekta eOskrba, kar vključuje tudi procesne modele, so dosegljivi na spletni strani projekta eOskrba.²⁵ Pri tem je pomembno, da eOskrba predstavlja zgolj enega od obstoječih pristopov in rešitev ter kot taka ostaja raziskovalni projekt, katerega rezultati so lahko uporabni v širšem obsegu. Projekt sta podprla Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS in Ministrstvo za zdravje RS.

Reference

1. *Zakon o spremembah in dopolnitvah Zakona o zbirkah podatkov s področja zdravstvenega varstva (ZZPPZ-A)*. Uradni list Republike Slovenije št. 47/15. <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO7058> (30.9.2015)
2. *Strategija pametne specializacije Republike Slovenije (drugi osnutek)*. Ljubljana 2014: Služba Vlade RS za razvoj in evropsko kohezijsko politiko. http://www.svrk.gov.si/fileadmin/svrk.gov.si/page/uploads/Dokumenti_za_objavo_na_vstopni_strani/SPS_javna_razprava_140829.pdf (30.9.2015)
3. Dassisti M, Jardim-Gonçalves R, Molina A, et al.: Sustainability and interoperability: two facets of the same gold medal. In: Tang Y, Panetto H (eds.), *On the Move to Meaningful Internet Systems: OTM 2013 Workshops*. LNCS 2013; 8186: 250-261.
4. Bešek M, Brodnik A: Interoperability and mHealth – precondition for successful eCare. In: Adibis S (ed.), *Mobile Health. Springer Series in Bio-/Neuroinformatics* 2014; 5: 345-374.
5. Moreno-Conde A, Moner D, Dimas W, Santos MR: Clinical information modeling processes for semantic interoperability of electronic health records: systematic review and inductive analysis. *J Am Med Inform Assoc* 2015; 22(4): 925-934.
6. Blobel B, Goossen W, Brochhausen M: Clinical modeling – a critical analysis. *Int J Med Inform* 2014; 83(1): 57-69.
7. IHE International: *Integrating the Healthcare Enterprise (IHE)*. <http://www.ihe.net/> (30.9.2015)
8. Object Management Group, Inc.: *Documents Associated with Business Process Model and Notation (BPMN) Version 2.0*. <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/> (30.9.2015)
9. Beale T, Garde S, McNicoll I: *openEHR knowledge governance*. Chatswood 2010: Ocean Informatics. http://www.mz.gov.si/fileadmin/mz.gov.si/pageuploads/eZdravje/Novice/gradiva_predstavitev_do_godkov/Open_EHR/3.dan/4_Governance.pdf (30.9.2015)
10. eXist Solutions GmbH: *eXistdb – The Open Source Native XML Database*. <http://exist-db.org/exist/apps/homepage/index.html> (30.9.2015)
11. Oracle Corporation: *Java Platform, Enterprise Edition (Java EE)*. <http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/overview/index.html> (30.9.2015)
12. Charalabidis Y, Goncalves R, Liapis A, Popplewell K: *Towards a scientific foundation for interoperability*. Brussels 2009: EISB Expert Group, European Commission, DG Information Society and Media. ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/fp7/ict/docs/enet/20090603-presentacion-charalabidis-goncalves-liapis-popplewell_en.pdf (30.9.2015)
13. Dehmoobad A, Sartipi K: Minimized domain knowledge for SOA-based interoperability. In: *Proceedings, 2008 IEEE Asia-Pacific Services Computing Conference (APSCC 2008)*. Yilan, Taiwan 2008: IEEE; 500-506.
14. Ritterband LM, Thorndike FP, Cox DJ, Kovatchev BP, Gonder-Frederick LA: A behavior change model for internet interventions. *Ann Behav Med* 2009; 38(1): 18-27.
15. van Gemert-Pijnen JE, Nijland N, van Limburg M, et al.: A holistic framework to improve the uptake and impact of eHealth technologies. *J Med Internet Res* 2011; 13(4): e111.
16. Murray E: Web-based interventions for behavior change and self-management: potential, pitfalls, and progress. *Med 2.0* 2012; 1(2): e3.
17. Hawkins RP, Kreuter M, Resnicow K, Fishbein M, Dijkstra A: Understanding tailoring in communicating about health. *Health Educ Res* 2008; 23(3): 454-466 (2008).
18. Meglic M, Furlan M, Kuzmanic M, et al.: Feasibility of an eHealth service to support collaborative depression care: results of a pilot study. *J Med Internet Res* 2010; 12(5): e63.
19. epSOS: *epSOS: Home*. <http://www.epsos.eu/home.html> (30.9.2015)

20. epSOS: *epSOS: The National Contact Point (NCP) and the Framework Agreement (FWA)*. <http://www.epsos.eu/legal-background/the-national-contact-point-and-framework-agreement.html> (30.9.2015)
21. Osterweil LJ, Sondheimer NK, Clarke LA, Katsch E, Rainey D: *Using process definitions to facilitate the specification of requirements*. Amherst 2006: University of Massachusetts, Department of Computer Science. <http://www.umass.edu/eei/EEI%20Website%20Articles/Using%20Process%20Definitions%20to%20Facilitate%20the%20Specification%20of%20Requirements.pdf> (30.9.2015)
22. Ministrstvo Republike Slovenije za zdravje: Vzpostavitev in vzdrževanje openEHR centralne informacijske podpore za vodenje modela kliničnih in demografskih podatkov (OpenEHR UKZ). JN4601/2013. http://www.mz.gov.si/si/delovna_podrocja/javne_objave/javna_narocila/?tx_f3javnirazpis_pi1%5Bshow_single%5D=842 (30.9.2015)
23. Ministrstvo Republike Slovenije za zdravje: Nadgradnja elektronskega zdravstvenega zapisa s strukturiranimi podatki (EZZ). JN11516/2014. http://www.mz.gov.si/si/delovna_podrocja/javne_objave/javna_narocila/?tx_f3javnirazpis_pi1%5Bshow_single%5D=870 (30.9.2015)
24. *e-Oskrba – E-podpora procesa zdravstvene oskerbe*. <https://test.eoskrba.pint.upr.si/> (5.10.2012)
25. *e-Oskrba - E-podpora procesa zdravstvene oskerbe*. <https://eoskrba.iam.upr.si/> (30.9.2015)
26. Tang PC, Ash JS, Bates DW, Overhage JM, Sands DZ: Personal health records: definitions, benefits, and strategies for overcoming barriers to adoption. *J Am Med Inform Assoc* 2006; 13(2): 121-126.
27. Tate DF, Finkelstein EA, Khavjou O, Gustafson A: Cost effectiveness of internet interventions: review and recommendations. *Ann Behav Med* 2009; 38(1): 40-45.
28. HL7.org: Fast Healthcare Interoperability Resources – FHIR DSTU2 (v1.0.2-7202). 24.10.2015. <http://www.hl7.org/fhir/>
29. *Overview of healthcare interoperability standards*. Dublin 2013: Health Information and Quality Authority. <http://www.hiqa.ie/system/files/Healthcare-Interoperability-Standards.pdf> (30.9.2015)
30. Schloeffel P, Beale T, Hayworth G, Heard S, Leslie H: The relationship between CEN 13606 , HL7 , and openEHR. In: Westbrook J, Callen J, Margelis G, Warren J (eds.), *HIC 2006 and HINZ 2006: Proceedings*. Brunswick 2006: Health Informatics Society of Australia; 24-28. <http://search.informit.com.au/documentSummary;dn=950616334398351;res=IELHEA> (30.9.2015)
31. Delovna skupina Odbora za zdravstvenoinformacijske standarde (Bolka A, Leskošek B, Paulin M, Javorič S): Primerjava standardov HL7 : openEHR in priporočila za uveljavljanje standardov v zdravstveni informatiki v Sloveniji. Ljubljana 2009: Ministrstvo za zdravje. https://unimed.mf.unilj.si/ozis/sites/unimed.mf.unilj.si.ozis/files/HL7-OpenEHR%20v4.1%2020091130_final.pdf (30.9.2015)
32. Tabeling P, Apfelbacher R, Wappler S: *FMC metamodel: the Fundamental Modeling Concepts metamodel explained*. 5.9.2003. http://www.fmc-modeling.org/download/metamodel/FMC-Metamodel_Explained.pdf
33. Noran O, Panetto H: Modelling a sustainable cooperative healthcare: an interoperability-driven approach. In: Demey YT, Penetto H (eds.), *On the Move to Meaningful Internet Systems: OTM 2013 Workshops*. LNCS 2013; 8186: 238-249.
34. Kresnik K: *Uporaba openEHR na mobilnih napravah* (diplomsko delo). Ljubljana 2014: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko. http://eprints.fri.uni-lj.si/2459/1/Kresnik_K%20D1.pdf (30.9.2015)
35. Blobel B, Kalra D, Koehn M, et al.: The role of ontologies for sustainable, semantically interoperable and trustworthy EHR solutions. *Stud Health Technol Inform* 2009; 150: 953-957.
36. Plsek PE, Greenhalgh T: Complexity science: the challenge of complexity in health care. *BMJ* 2001; 323: 625-628.
37. Panetto H, Cecil J: Information systems for enterprise integration, interoperability and networking: theory and applications. *Enterp Inf Syst* 2013; 7(1): 1-6.
38. *Activiti BPM platform*. <http://www.activiti.org/> (23.12.2015)
39. Pajk D, Indihar-Stemberger M, Kovacic A: Reference model design: an approach and its application. In: Luzar-Stiffler V, Jarec I, Bekic Z (eds.), *Proceedings of the ITI 2012 34th International Conference on Information Technology Interfaces (ITI)*. Zagreb 2012: University of Zagreb, University Computing Centre; 455-460.
40. Dalinghaus WR: *An introduction to reference process modeling in healthcare* (Master Thesis). Eindhoven 2013: Eindhoven University of Technology, School of Industrial Engineering.
41. Računsko sodišče Republike Slovenije: *Revizijsko poročilo: uspešnost izvajanja projekta eZdravje*. Ljubljana 2013: Računsko sodišče Republike Slovenije. [http://www.rs-rs.si/rsrs/rsrs.nsf/l/K2DFACE6F70CEE31EC1257C460048D5AB/\\$file/ProjekteZdravjeRSP.pdf](http://www.rs-rs.si/rsrs/rsrs.nsf/l/K2DFACE6F70CEE31EC1257C460048D5AB/$file/ProjekteZdravjeRSP.pdf) (30.9.2015)
42. Nacionalni inštitut za javno zdravje: *Storitve programiranja programske opreme in svetovanja pri programski opremi (Informacijske rešitve za ogrodje Parent)*. JN9652/2014. <http://www.enarocanje.si/?podrocje=pregledobjave&lzpObrazec=361054> (30.9.2015)
43. *eZdravje – Upravlavec kliničnega znanja*. http://ukz.ezdrav.si/ckm/OKM_sl.html (30.9.2015)