



Željko Popović, Vanesa Čačković, Darijo Burjan

Ericsson Nikola Tesla d.d., Zagreb, Hrvatska
Ericsson Nikola Tesla d.d., Zagreb, Croatia

ARHITEKTURA MREŽE ZA M2M KOMUNIKACIJE

NETWORK ARCHITECTURE FOR M2M COMMUNICATION

Sažetak

Broj umreženih strojeva i uređaja stalno raste, mjenjajući percepciju uobičajene komunikacije prema mrežama koje su neovisne o ljudskoj interakciji. Komunikacija između strojeva (M2M, Machine-to-Machine) je nastala kao nova komunikacijska paradigma koja omogućava da strojevi međusobno komuniciraju bez ljudske intervencije. M2M komunikacije su potaknule široku paletu aplikacija uključujući pametna mjerenja, udaljeno praćenje zdravstvenog stanja, upravljanje vozilima i praćenje vozila, udaljeni nadzor, i automatizaciju u industriji. Ovo zahtjeva razvoj novih rješenja za učinkovito posluživanje velikog broja uređaja koji djeluju autonomno.

Ovaj rad daje pregled Ericssonove cjelovite M2M arhitekture. Rad uglavnom pruža cjelovitu perspektivu M2M komunikacija, integraciju M2M uređaja i omogućavanje M2M usluge. Razmatrana je integracija u specifičnim poslovnim aplikacijama i odnos prema ostalim ključnim omogućiteljima potrebnim za M2M orijentirane usluge.

Opisana Ericssonova cjelovita M2M arhitektura nudi pogled unaprijed i može se koristiti kao temelj za definiranje horizontalnog sustava i mogućnosti usluga kao i za dizajn industrijski specifičnih rješenja koja adresiraju potrebe poput transporta, komunalnih službi, zdravstva i rješenja u drugim područjima primjene.

Abstract

The number of networked devices is continuously increasing, changing the conventional perception of communication towards networks that are independent from human interaction. Machine-to-machine (M2M) communications has emerged as a new communication paradigm that allows machines to directly communicate with no human intervention. M2M communications has inspired a wide variety of applications, including smart metering, healthcare monitoring, fleet management and tracking, remote security sensing, and industrial automation. This requires development of novel solutions to efficiently serve a huge number of devices that interact autonomously at global level. This paper provides an overview of the Ericsson end-to-end M2M architecture. It mainly provides an end-to-end perspective of M2M communications, integration of M2M devices and M2M service enablement. Integration into specific business applications and the relation to other key enablers required for M2M-oriented services is introduced.

The Ericsson end-to-end M2M architecture described here is forward looking and will be used as a foundation to define horizontal system and service capabilities as well as to design industry specific solutions addressing the needs of, for example, transport, utilities, eHealth, and solutions in other application domains.

KLJUČNE RIJEČI:	KEY WORDS:
M2M komunikacije	M2M Communication
Mrežna arhitektura	Network infrastructure
Omogućavanje M2M usluga	M2M Service Enablement
Ericssonova platforma za M2M komunikaciju	Ericsson Device Connection Platform

1 Uvod

Najnovije procjene ukazuju da s pet milijardi trenutno uspostavljenih pokretnih veza diljem svijeta razvijena tržišta upravo dostižu točku zasićenja. Najveći dio tih veza je uspostavljen za potrebe glasovne ili podatkovne komunikacije pokretnim telefonom. Nasuprot tome, broj preostalih vrsta uređaja koji se mogu umrežiti je i dalje relativno malen. Različite analize predviđaju da bi ukupan broj svim pokretnih umreženih uređaja mogao narasti na 15 milijardi do 2015. godine i na više od 50 milijardi do 2020. godine. S obzirom na zasićenost pokretnim telefonima, najveći rast u ukupnom broju umreženih uređaja predviđa se preostalim vrstama pokretnih uređaja.

Prema procjenama konzultantske tvrtke Bergt Insigth očekuje se rast broja umreženih uređaja za M2M komunikaciju putem pokretne mreže, po godišnjoj stopi od 27,2%, da bi u 2016. godini dosegnuo brojku od 359,3 milijuna veza [2].

Sagledavajući značaj poslovnog potencijala koji usluge zasnovane na M2M komunikaciji donose telekomunikacijskim operaterima, pretpostavka je da će se operateri aktivnije uključivati u daljnji razvoj M2M rješenja.

S obzirom na povećanje složenosti M2M eko-sustava, za očekivati je da će se usluge zasnovane na M2M komunikaciji realizirati kroz partnersko udruživanje više strana. No izostanak globalnih normi za komunikaciju između uređaja te razvoj aplikacija, kao i druga otvorena pitanja iz segmenta korisničke podrške, kvalitete usluga, ugovora o uporabi pokretnih telefona na području stranih mreža i druga, svakako će predstavljati aktualne izazove uspostavi usluga zasnovanih na M2M komunikaciji. Iznos prosječnog mjesečnog prihoda po uređaju, koji se obično kreće na razini od 10 posto onog koji ostvaruje prosječan „čovjek-korisnik“, nameće potrebu da se poslovni model zasniva na velikom broju korisnika. I konačno, veliki broj različitih usluga koje se prilagođavaju specifičnim potrebama pojedinih korisnika predstavljat će veliki izazov u prilagođavanju postojećih sustava za obračun i naplatu usluga.

Glavne potrebe za aplikacijama zasnovanim na M2M komunikaciji s udaljenim uređajima predstavljanju potrebe i zahtjevi poslovnog sektora i vlada. Dok su poslovni korisnici usmjereni k smanjenju troškova i povećanju učinkovitosti, vlade razloge takvim rješenjima pronalaze u održivosti, sigurnosti i sociološko-ekonomskim učincima. Jednako je tako bitno spomenuti i rastući trend broja uspostavljenih servisa zasnovanih na M2M komunikaciji a namijenjenih potrošačkoj elektronici (poput slanja informacija o trenutnim vremenskim i prometnim prilikama uređajima za prometnu navigaciju).

Ovi odvojeni segmenti tržišta ukazuju na potrebu za pronalaženjem zajedničkog rješenja za M2M komunikaciju kojim bi se preoblikovao dosadašnji M2M eko-sustav s ciljem pomirenja poslovnih i tehnoloških aspekata različitih tržišnih domena. Osim što iziskuje razbijanje, odnosno dijeljenje vrijednosnog lanca na nove aktere, ovakva transformacija također zahtijeva standardizaciju usluga, tehnologija, komponenti i aplikacija koje sudionici uvode u transformirani vrijednosni lanac s ciljem. Normizacijom bi se osiguralo deregulirano tržište te potakla konkurentnost za sve komponente vrijednosnog lanca.

Jedna od bitnih pretpostavki za razvoj rješenja zasnovanih na M2M komunikaciji ostvarena je tehnološkim napretkom uređaja nadograđenih mogućnošću njihova umrežavanja te neprestanim smanjenjem njihove jedinične cijene proizvodnje. Time uređaji postaju cjenovno pristupačni za masivniju uporabu te rješenjima za M2M komunikaciju osiguravaju uspostavu ekonomije razmjera. S druge strane svojim umrežavanjem i podrškom za IP tehnologije, ovakvi uređaji otvaraju brojne mogućnosti proizvođačima aplikativnih rješenja.

Ekonomija razmjera potiče i nove trendove u drugim dijelovima M2M sustava. Pritisak na upravljanje velikim brojem pretplatnika, različitim tipovima pretplata, grupama podataka koji se u komunikaciji razmjenjuju, okidačima, alarmima i drugim, iziskuje od proizvođača M2M platformi uspostavu funkcionalnosti za efikasno upravljanje cjelovitim M2M sustavima. U isto vrijeme, s ciljem postizanja još višeg stupnja automatizacije i operativne izvrsnosti, prema dobavljačima M2M platforme postavljaju se zahtjevi za integracijom same platforme sa sustavima za operativnu, ali i poslovnu podršku. Pri tome se poseban naglasak stavlja na integraciju sa sustavima za naplatu i fakturiranje te sa sustavima drugih sudionika u vrijednosnom lancu.

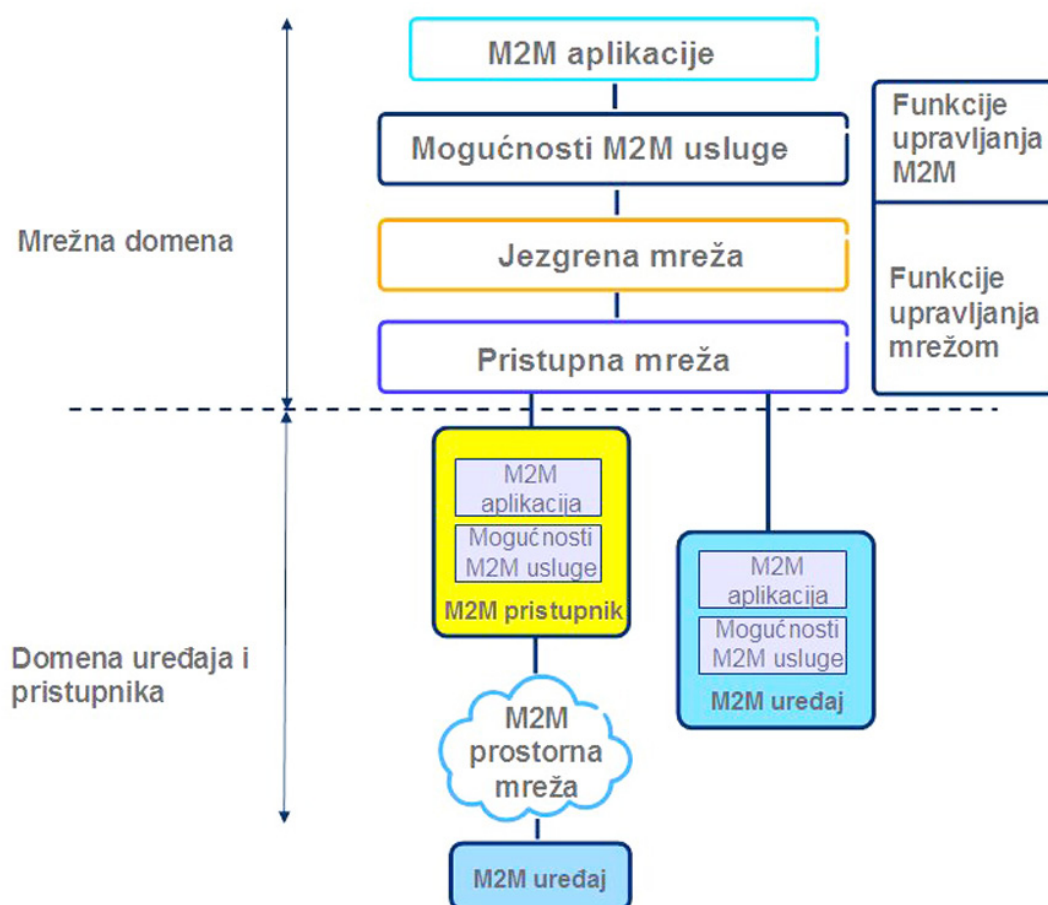
2 M2M arhitektura

2.1 Standardizacija arhitekture M2M sustava

Veliki tržišni potencijal komunikacijskih sustava umreženih strojeva javlja se kao posljedica brojnih potencijalnih primjena i slučajeva uporabe, ali i dostupnosti različitih pristupnih tehnologija koje se mogu iskoristiti u njihovoj implementaciji. Ti sustavi moraju biti pouzdani, skalabilni, sigurni i upravljivi. Najjednostavniji način za postizanje toga jest prilagodba korištene prijenosne tehnologije (npr. javne pokretne mreže) specifičnim zahtjevima M2M komunikacije (veliki broj umreženih uređaja, različiti tipovi uređaja, niska potrošnja energije itd.). To se postiže standardizacijom, u okviru koje se velika pažnja posvećuje razmatranju arhitekture mreže za M2M komunikacije.

2.1.1 Standardizacijske aktivnosti instituta ETSI

Tehnički odbor zadužen za komunikaciju strojeva u okviru standardizacijske udruge ETSI dao je pregled arhitekturnog koncepta [15] za podršku pružanja takvih usluga.



Slika 2-1: Pojednostavljena arhitektura M2M komunikacija prema ETSI

Slika 2-1 prikazuje pojednostavljenu arhitekturu M2M sustava s njegovim komponentama. M2M sadrži mrežnu domenu i domenu uređaja i pristupnika.

Mrežna domena (eng. Network domain) se sastoji od sljedećih elemenata:

- » Pristupna mreža: mreža koja omogućuje domeni M2M uređaja i pristupnika komunikaciju s jezgrenom mrežom. Pristupne mreže uključuju razne fiksne i bežične pristupne tehnologije poput xDSL, HFC, satelit, GERAN i UTRAN te eUTRAN, W-LAN i WiMAX.

- » Jezgrena mreža (eng. Core Network, CN) osigurava:
 - minimalno IP povezivost, a potencijalno i druge načine povezivosti,
 - funkcije kontrole usluga i mreže,
 - međusobno povezivanje s drugim mrežama,
 - prelaženje između pokretnih mreža (eng. roaming).
 Različite jezgrene mreže nude različiti skup mogućnosti, pri čemu jezgrene mreže uključuju 3GPP CN, ETSI TISPAN CN i 3GPP2 CN, ali nisu ograničene isključivo na njih.
- » Mogućnosti M2M usluga (eng. M2M Service Capabilities) osiguravaju:
 - M2M funkcionalnosti koje dijele različite aplikacije,
 - ponudu funkcionalnosti kroz niz otvorenih sučelja,
 - korištenje funkcionalnosti jezgrene mreže,
 - pojednostavljenje i optimizaciju razvoja aplikacija te implementaciju skrivanjem nekih specifičnosti komunikacijske mreže.
- » M2M aplikacije koje pokreću logiku pružanih usluga i koriste mogućnosti usluge koje su dostupne putem otvorenog sučelja.
- » Funkcije upravljanja mrežom koje se sastoje od svih funkcija potrebnih za upravljanje pristupne i jezgrene mreže, poput provizioniranja, nadzora, upravljanja kvarovima, itd.
- » Funkcija upravljanja M2M komunikacijom sastoji se od svih funkcija potrebnih za upravljanje mogućnostima M2M usluga u mrežnoj domeni. Upravljanje M2M uređajima i pristupnicima koristi određene mogućnosti M2M usluge.
- » Skup M2M upravljačkih funkcija za M2M usluge inicijalizacije (eng. Bootstrap) M2M uređaja i pristupnika. Ova funkcija se skraćeno naziva MSBF (M2M Service Bootstrap Function), a ostvaruje se u odgovarajućem poslužitelju.

Domena uređaja i pristupnika sastoji se od sljedećih elemenata:

- » M2M uređaja (engl. M2M devices),
- » M2M pristupnika (engl. M2M gateway) te
- » prostorne mreže umreženih uređaja (engl. M2M area network).

Aplikacije na uređajima koriste mogućnosti usluge i omogućuju samostalnu izmjenu podataka između njih.

Umreženi uređaji povezuju se na mrežnu domenu na dva različita načina: izravno ili putem pristupnika koji služi kao mrežni posrednik. Pristupnik također koristi mogućnosti usluge kako bi pokrenuo aplikacije i omogućio suradnju i povezivanje uređaja posredstvom komunikacijske mreže. Prostorna mreža umreženih uređaja, koja se često naziva i kapilarna mreža, povezuje pristupnik s uređajima koji se ne mogu izravno povezati na pristupnu mrežu.

2.1.2 Standardizacijske aktivnosti udruge 3GPP

Umreženi strojevi u okviru standarda udruge 3GPP označuju se kao MTC (Machine-Type Communication), a povezuju se preko MTC sučelja na odabranu infrastrukturu pokretne mreže (UTRAN, eUTRAN, GERAN itd.). Ona pruža transportne i komunikacijske usluge, uključujući uslugu prijenosa, višemedijskog IP podsustava (engl. IP Multimedia Subsystem, IMS) i slanja kratkih poruka (engl. Short Message Service, SMS), optimizirane za komunikaciju umreženih strojeva i poslužitelja, odnosno za međusobnu komunikaciju između umreženih strojeva. MTCu sučelje omogućuje umreženim strojevima pristup na mrežu i izmjenu prometa korisničke i kontrolne protokolne ravnine, a može se zasnivati na sučeljima raznih generacija pokretnih sustava, ovisno o tome koja se mreža koristi (Uu, Um, Ww i LTE-Uu). Slična je situacija i s preostala dva sučelja. Poslužitelji koriste MTCi sučelje (može se bazirati na sučeljima Gi, Sgi, i Wi) kako bi pristupali umreženim strojevima koristeći usluge prijenosa i IMS-a, odnosno MTCsms za pristup putem usluge 3GPP SMS (Slika 2-2) [5].



Slika 2-2: 3GPP M2M mrežna arhitektura

Razlikujemo dva temeljna komunikacijska scenarija koja uključuju umrežene uređaje i poslužitelje [4]. U prvom scenariju umreženi uređaji komuniciraju s jednim ili više MTC poslužitelja koji mogu biti smješteni u domeni operatora ili izvan nje. Drugi scenarij predviđa izravnu komunikaciju između umreženih uređaja, bez posredovanja poslužitelja. Potonji scenarij nije u okviru postojećih standarda detaljno razrađen, a razlog tome je pretpostavka kako se većina primjena može svesti na scenarije koji uključuju poslužitelje. Međutim, drugi scenarij u sebi krije alternativan pogled na umreženi sustav te potencijal za poboljšanje mnogih područja primjene i namjena, uključujući kvalitetnije upravljanje sustavom i razmjenom informacija.

3 Ericssonov koncept arhitekture M2M komunikacija

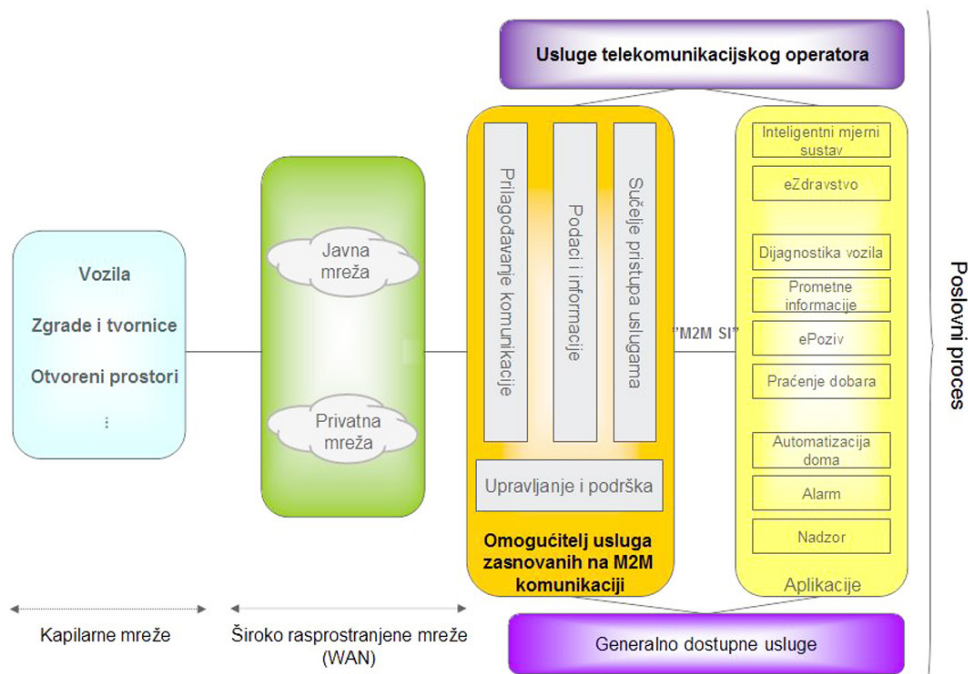
M2M arhitektura koja je tema ovog članka biti će u narednom tekstu opisana na način koji čitatelju jasno objašnjava komponente arhitekture kao i mogućnosti koje arhitektura pruža različitim aplikacijama. Aplikacije su namjenjene raznim područjima u industriji, društvu i gospodarstvu kao što su npr. komunalna služba, zdravstvo, transport itd.

Budući sa pojedini dijelovi arhitekture još nisu do kraja standardizirani, važno je napomenuti da ova arhitektura nije konačna već prikazuje osnovnu M2M arhitekturu kako je vidi Ericsson u ovom trenutku.

Također treba istaknuti nekoliko osnovnih pretpostavki ili ciljeva koji uvjetuju izgled M2M arhitekture:

- » M2M arhitektura je horizontalna, slojevita arhitektura s istaknutim ključnim sučeljima kao i zajedničkim funkcionalnostima koje koriste vertikalne aplikacije.
- » M2M arhitektura omogućuje implementaciju više aplikacija i više korisnika povrh jednog M2M sustava održavajući pritom principe sigurnosti i integriteta.
- » Komunikacijske usluge i podatkovne/informacijske usluge podjeljene su u dvije zasebne logičke cjeline što znači da se M2M sustav može implementirati u postojeću komunikacijsku infrastrukturu s minimalnim ili nikakvim promjenama na postojećoj infrastrukturi. Sloj za komunikacijske usluge služi omogućavanju komunikacije između krajnjih M2M uređaja, čvorova u sloju omogućavanja usluga i aplikacija.
- » Odvojeno od komunikacijskih usluga postoji funkcionalnost koja je zadužena za obradu aplikacijskih podataka. Dakle, funkcionalnosti koje se odnose na podatke i informacije (od strane senzora i aktuatora) logički su odvojene na M2M podatke i informacijski sloj koji se nalazi povrh sloja za komunikacijske usluge.
- » Pretpostavka je da su M2M krajnji uređaji povezani IP baziranim protokolom barem do prvog prijenosnika, ako ne i čitavim putem do M2M platforme.
- » Arhitektura, osim IP baziranih komunikacijskih tehnologija, kroz sučelja za međudjelovanje (koja se nalaze na nekoliko razina u arhitekturi) podržava i druge komunikacijske tehnologije (starije tehnologije ili protokol nekog proizvođača). Sučelja za međudjelovanje definirana su prema M2M krajnjim uređajima, na sloju omogućavanja usluga kao i na aplikativnom sloju.
- » Na senzorske podatke kao zadatke aktuatora gleda se kao da su usluge. Fokus nije na samom senzoru ili senzorskom čvoru, već na usluzi koju omogućuje.
- » M2M podatkovni i informacijski logički sloj zadužen je za obradu podataka, informacija i usluga koje šalju senzori i aktuatori. Senzorski podaci se na ovom sloju mogu ukloniti, izdvojiti ili sumirati.
- » Radi postojanja nekoliko standarda kao i starih tehnologija ili tehnologija svojstvenih nekom proizvođaču, u arhitekturi je podržana je harmonizacija različitih senzorskih i aktuatorskih usluga.
- » Arhitektura omogućuje priključak „plug-and-play“ (automatsko prepoznavanje, autentifikacija i objava) krajnjih M2M uređaja.
- » Na M2M sloju za omogućavanje usluga definirano je standardno sučelje za razvoj aplikacija, eng. API (Application Programming Interface) preko kojeg se pojednostavljuje integracija s raznim korisničkim aplikacijama.

Cjelokupnu arhitekturu i glavne sastavne blokove prikazuje slika 3-1. Valja istaknuti da je u arhitekturi ključna nova funkcionalnost omogućavanja usluga zasnovanih na M2M komunikaciji (M2M Service Enablement) koja će se u daljnjem tekstu spominjati i kao M2M SE i uloga vanjskih usluga treće strane.



Slika 3-1: Ericsson M2M arhitektura

Slojevi u perspektivi, koje prikazuje slika 3-1, su sljedeći:

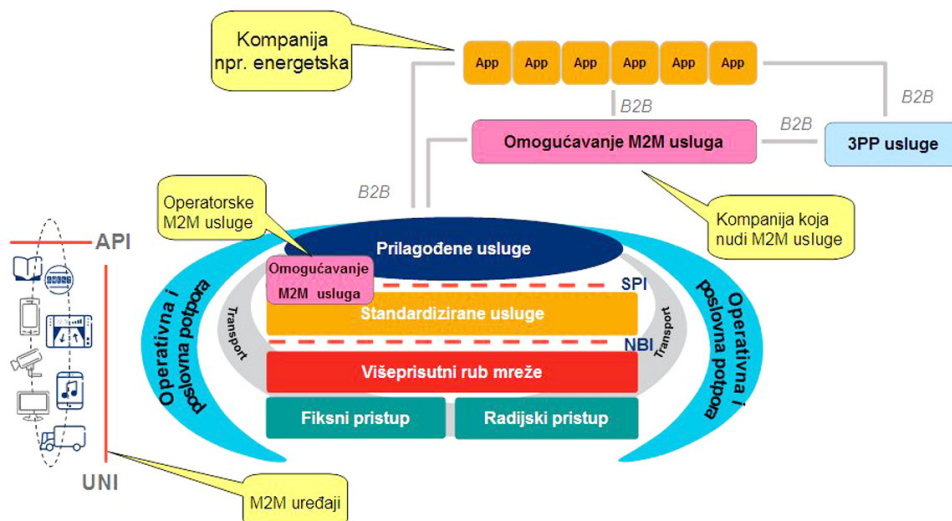
- » kapilarne mreže,
- » široko rasprostranjene mreže (WAN),
- » omogućavanje usluga zasnovanih na M2M komunikaciji (M2M SE) te
- » aplikacije.

Dodatno nad ovim dijelovima M2M arhitekture stoji i relacija između postojećih usluga telekomunikacijskih operatora i široko dostupnih usluga omogućenih od treće strane. Usluge koje nudi operator koriste se ili direktno od strane M2M SE (primjer: lokacijske usluge) ili od strane M2M aplikacija (primjer: događaj koji pokreće postavljenu sesiju prema nadzornoj kameri povezanoj na mrežu).

Sa stajališta operatorske mrežne arhitekture, M2M komunikacija ima arhitekturne i poslovne zahtjeve koji nadilaze tradicionalne telekomunikacijske mreže.

Tipična poslovna sučelja između različitih uloga podržavaju i koriste različite usluge i time izgrađuju potpunu M2M ponudu.

Kako se M2M arhitektura tipično uklapa u mrežu operatora prikazano je na slici 3-2.



Slika 3-2: M2M u mrežnoj arhitekturi

Slika 3-2 M2M prikazuje nekoliko različitih načina kako kompanije ili operatori mogu nuditi M2M usluge. Telekom operator može primjerice dodati M2M SE u svoj portfelj usluga. Drugi način je kompanija koja nudi M2M SE „u oblaku“ (eng. cloud based) koji može udomačiti nekoliko različitih M2M aplikacija. Konačno, kompanija može nuditi komplet M2M usluga u ulozi posrednika.

3.1 Aplikacije i poslovni procesi

M2M aplikacije primjenjive su u mnogo segmenata industrije i mogu biti prilično različite. Tipične aplikacijske domene su automatizacija u industriji, transport i logistika, upravljanje sredstvima, komunalne službe i zdravstvo. Dodatno se, zbog naglog porasta broja potrošačke elektronike s ugrađenom mogućnošću povezivanja i uslugama, može i potrošačka elektronika smatrati kao aplikacijska domena. Ona je ujedno najnoviji i najbrže rastući segment globalnog bežičnog M2M tržišta. Primjeri potrošačke elektronike kao što su električni čitači knjiga (eng. e-reader), izvođači mp3 datoteka i digitalni foto okviri imaju praktično iste karakteristike kao i tradicionalni uređaji za M2M komunikaciju iako svojim izgledom sličje pametnim telefonima. Zbog takvih karakteristika, potrošačka elektronika je svrstana u novu kategoriju umreženih uređaja. Prema procjenama raznih istraživačkih kuća, broj umreženih uređaja potrošačke elektronike bi trebao doseći brojku od 4 milijarde do 2020. godine. Umreženost uređaja će odigrati značajnu ulogu u penetraciji, ali i porastu generiranog prometa korištenjem potrošačke elektronike.

M2M skup mogućnosti je generalno integran u poslovne procese kompanije. Neke od tih mogućnosti se koriste zasebno npr. sakupljanje očitavanja brojila, dok su druge više uvezane sa poslovnim procesima, npr. alarm ili događaj koji zahtjeva slanje ekipe koja ima dostatne informacije o događaju. U nekom slučaju je potrebna i uspostava multimedijalne veze između ekipe i središnjice. Za uspostavu multimedijalne veze može se koristiti IP Multimedijski Podsustav (IMS) ili usluga za poručivanje kao SMS ili e-pošta.

Za neke M2M aplikacije potrebne su informacije ili usluge nekih drugih sustava kao što su npr. zemljopisne baze ili mape.

Ako M2M aplikacije gledamo sa stajališta poslovnih procesa i potrebe integracije s drugim sustavima, jasno je da se one moraju realizirati s tri grupe usluga:

- » M2M omogućavanje usluga (M2M SE),
- » usluge telekom operatora i
- » generalno dostupne usluge.

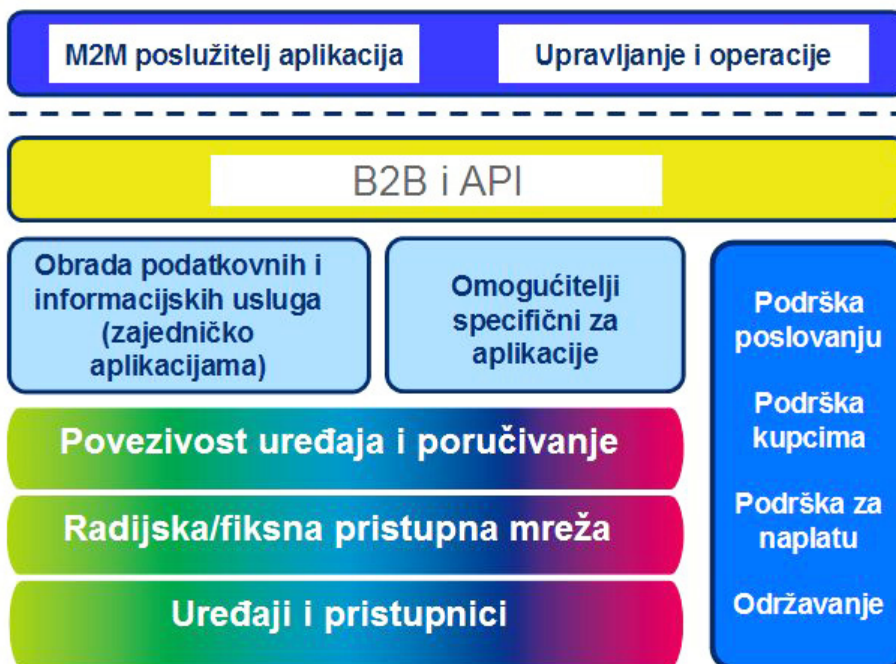
3.2 Omogućavanje usluga zasnovanih na M2M komunikaciji

Funkcionalnost omogućavanja M2M usluga podrazumijeva prikupljanje, pohranu i obradu podataka i informacija koje šalju različiti M2M uređaji specifičnih primjena, a koje potom obrađuju M2M aplikacije.

Svrha omogućavanja M2M usluga je razdvajanje jezgre aplikacija i funkcija koje su za mnoge aplikacije zajedničke te postavljanje tih zajedničkih funkcija kao zajedničke usluge.

Omogućavanje M2M usluga se nadalje oslanja na odvajanje temeljnih komunikacijskih usluga od jezgrenih informacija i podatkovno orijentiranih usluga. Odvajanje je uzrokovano činjenicom da je M2M komunikacija orijentirana uslugama i informacijama a ne uređajima. Kao takve, komunikacijske usluge mogu biti osigurane kroz web temeljenu (Web Services/REST) ili neku sličnu arhitekturu. Zaključak je da sredstvo komunikacije treba biti transparentno za podatkovno i uslužno orijentirane usluge kao i za M2M aplikacije. Ova činjenica ima utjecaj na imenovanje i adresiranje u smislu da je za usluge senzora i akuatora potrebno zasebno imenovanje i adresiranje od onog koje se koristi za komunikacijske usluge.

Slika 3-3 prikazuje funkcionalne blokove u sloju za omogućavanje M2M usluga.



Slika 3-3: Funkcionalni blokovi - omogućavanje M2M usluga

Omogućavanje M2M usluga možemo podijeliti u četiri glavne funkcijske domene:

- » **Povezivost uređaja i poručivanje:**
 Domena obuhvaća istovrsan pristup M2M uređajima neovisno o komunikacijskom mehanizmu (pretpostavlja se da se radi o IP protokolu). Izvršava potrebne prilagodbe prema različitim komunikacijskim uslugama i podržava adresiranje uređaja i usluga na temelju URI adresiranja. Može obuhvaćati i sakupljanje podataka od M2M uređaja prema zahtjevu ili rasporedu. Pod rasporedom podrazumijevamo push i pull podataka.
- » **Podatkovne i informacijske usluge:**
 Domena obuhvaća podatkovno orijentiranu obradu kao što je kreiranje algoritama za programiran prihvrat podataka, pohranu i čuvanje podataka i održavanje različitih usluga direktorija. Domena također obuhvaća i kompoziciju usluga poput agregacije senzorskih podataka na razinu veće apstrakcije informacija ili kontrolu grupe senzora i aktuatora kao automatiziranu uslugu. Pravila za kontroliranje pristupa informacijama i uslugama su također uključena u ovu domenu.
- » **B2B pristup uslugama:**
 Domena obuhvaća pristup M2M uslugama i aplikacijama kroz uglavnom standardizirana ili otvorena sučelja (API). Tipično se radi o web temeljenim (Web Services ili REST) B2B sučeljima. Domena je zadužena i za kontrolu pristupa i provedbu pravila na zahtjev usluga kao i za obračunavanje (eng. accounting) u svrhu praćenja prometa.
- » **Podrška poslovanju i operacijama:**
 Domena obuhvaća automatsko uključenje i pokretanje (eng. plug-and-play) uređaja i udaljeno upravljanje uređajima. Može se proširiti i funkcionalnostima za obradu prihoda specifičnim za M2M, osiguravanjem ugovora o razini kvalitete pružanja usluga (eng. Service Level Agreement, SLA), dijagnostikom uređaja itd. Ovaj skup funkcionalnosti obuhvaća i nove funkcionalnosti te iskorištavanje postojećih funkcionalnosti kao što je npr. omogućavanje krajnjim korisnicima i pružateljima usluga administriranje uređaja i pratećih usluga.

Gore navedene funkcijske domene mogu se paketirati na razne načine ovisno o potrebnom paketu usluga, kao što je npr. platforma za upravljanje uređajima, platforma za prihvrat podataka ili posredovanje upravljanjem usluga. Fleksibilnost paketiranja je nužna kako bi se omogućilo pravilno adresiranje nezrelog, ali s druge strane brzo nadolazećeg tržišta M2M usluga.

3.3 M2M pristupnik

M2M pristupnik je poseban tip M2M uređaja koji povezuje zasebno implementirane senzore i aktuatora prema WAN mreži. Senzori i aktuatori su, tipično, jednostavni uređaji niske cijene a s mogućnošću lokalnog umrežavanja. Senzorski i aktuatorski čvorovi se obično implementiraju na fizički malom prostoru npr. blok kuća, unutar zgrade, automobila ili čak na ljudsko tijelo.

M2M pristupnik može imati više ili manje napredne mogućnosti, a osnovne funkcije koje mora podržavati su:

- » terminacija protokola, konverzija i međudjelovanje protokola na fizičkom, podatkovnom, mrežnom sloju,
- » mapiranje identiteta, npr. rješavanje zahtjeva za uslugom prema određenom senzorskom čvoru,
- » transformacija informacija i podataka iz specifičnog u jedinstveni format,
- » agregacija podataka, npr. podaci s nekoliko izvora u jedan informacijski objekt,
- » privremeno spremanje podataka,
- » kontrola pristupa, određivanje rasporeda interakcije senzorskih čvorova te
- » osnovne funkcionalnosti upravljanja pristupnikom (udaljeni pristup, mogućnost nadogradnje softvera, podrška za priključak na sustav za podršku).

3.4 Usluge telekom operatora

Telekomunikacijske mreže pružaju set usluga koje su u izravnoj vezi sa M2M uslugama ili su pak potrebne za integraciju aplikacija u M2M orijentirane usluge. Za integraciju su potrebna aplikacijska sučelja preko kojih se proslijeđuju zahtjevi, npr. SOAP/XML ili web bazirano sučelje. Primjeri su i lokacijske usluge, multimedijalne usluge ili usluge poručivanja.

3.5 Generalno dostupne usluge

Mnoge M2M SE funkcionalnosti za rad trebaju usluge koje su generalno dostupne preko partnera. Primjeri takvih usluga su društvene ili profesionalne mreže, meteorološke usluge, usluge podržane rezolucije, usluge globalnog pozicioniranja itd.

3.6 Kapilarna mreža

Kapilarna mreža je skupni naziv za senzore i aktuatora koji su položeni u mrežu i kojima se pristupa preko WAN mreže. Pristup je moguće ostvariti preko pristupnika (Gateway) ili M2M modula. M2M uređaji također mogu u zadnjem koraku biti povezani na lokalnu mrežu koja se naziva Last Drop. Takva mreža ima transportno orijentirani mrežni čvor (Hub) koji omogućava koncentraciju prometa. Kapilarna mreža je heterogena i za komunikaciju se oslanja na bežične protokole kao što su ZigBee, Bluetooth te žične poput PLC-a. Pristupnik omogućava i međusobnu komunikaciju i medijaciju lokalnih usluga stvarajući prepoznatljiv format prema aplikacijskoj strani.

Implementacija kapilarnih mreža obuhvaća zgrade, automobile, otvorene prostore, pa čak i sama ljudska tijela. Pristupnik može biti rezidencijalni, poslovni, otvoreni prostor, automobil ili mobilni telefon.

Postoje dva posebna slučaja korisnički orijentirane opreme. To su mobilni uređaji i korisnički elektronički uređaji posebne namjene. Mobilni uređaji imaju dvije glavne uloge: pristupnik prema sensorima i aktuatorima te ulogu aplikacijskog sučelja za interakciju između korisnika i lokalnih ili udaljenih senzora i aktuatora. Različite uloge zauzimaju različito mjesto u arhitekturi. Korisnički elektronički uređaj je sličan M2M uređaju budući da radi automatski, bez potrebe za nadzorom – korisnik obično ne treba biti uključen u proces omogućavanja veze ili podešavanja specifičnih parametara uređaja i paketa usluga.

3.6.1 Bežična tehnologija kratkog dometa

Bežična tehnologija kratkog dometa (Short-Reach Wireless Technology - SRWT) postaje sve popularnija za sveprisutno povezivanje različitih instrumentacija, nadzora i mjernih sustava putem bežične mreže senzora i

aktuatora (Wireless Sensor and Actor Networks – WSAAN). U kontekstu M2M komunikacije SRWT ima ključnu ulogu za komunikaciju M2M uređaja bez ili s vrlo malo dodatnog ljudskog podešavanja. Uređaji s takvom komunikacijom će se proširiti u raznim okruženjima s različitim aplikacijama i tako nuditi velike mogućnosti poput detektiranja sigurnosti u kući, kontrole osvjetljenja, nadziranja zdravstvenih uvjeta i drugo. To su samo neki od brojnih izazova u razvoju M2M mreža.

Različite bežične tehnologije prijenosa za M2M mreže i njihove funkcionalnosti prikazani su u tablici 4. IEEE 802.15.4 temeljeni protokoli, kao što su 6LoWPAN i ZigBee, pogodni su za osobne mreže s malom propusnošću, manjim dometom i malom potrošnom energije. Ovakvi komunikacijski protokoli nastali su kao potreba za umrežavanjem velikog broja uređaja između kojih se prenosi mala količina podataka, a aplikacije zahtijevaju veliku energetska autonomiju uređaja. Tipični primjeri aplikacija s ovakvim zahtjevima su bežične mreže senzora, kontrolne mreže, prikupljanje medicinskih podataka i slično. Uređaji bi trebali biti maleni, jeftini i pouzdani. S druge strane IEEE 802.11 (Wi-Fi) protokol je primjereniji za aplikacije koje zahtijevaju podršku za veće udaljenosti i veće podatkovne brzine, uključujući aplikacije za audio i video streaming. Bluetooth je pak pogodan za komunikaciju ravnopravnih subjekata (peer-to-peer) kraćeg dometa i niže propusnosti.

	802.15.4 (ZigBee/6LoWPAN)	Bluetooth i Bluetooth low energy (LE)	802.11 (Wi-Fi)
Maks. brzina prijenosa	250kb/s	3Mb/s (enhanced) 1Mb/s (basic or LE)	22Mb/s (802.11 g) 144Mb/s (802.11 n)
Doseg (unutrašnji)	10-20m	klase od 1m, 10m i 100m	45m
Snaga	Niska	Srednje niska (LE)	Visoka
Vijek trajanja baterije	Godine	Dani, godine (LE)	Sati
Frekvencijski pojas	2,4GHz, 868MHz i 915MHz	2,4GHz	2,4GHz, 3,6GHz i 5GHz
Pristupa kanalima	CSMA/CA (non beacon based) ili superframe struktura (beacon based, non-contention)	Preskakivanje frekvencija ili CSMA/CA	CSMA/CA
Aplikacije	Pametni aparati Inteligentni mjerni sustavi Kontrola osvjetljenja Sigurnost u domu Automatizacija u uredu	Glasovne aplikacije Inteligentni mjerni sustavi Prijenos podataka Kontrola igara Nadziranje u zdravstvu (LE) Računalna periferija (LE)	Umrežavanje između WAN mreže i korisnika M2M mreže Digitalni zvuk

Tablica 3-1. Pregled M2M bežičnih mreža kratkog dometa

3.7 Široko rasprostranjena mreža (WAN)

Svrha široko rasprostranjene mreže (Wide Area Network – WAN) je omogućavanje komunikacije između M2M funkcija koje omogućavaju usluge i krajnjih WAN točaka. Pod terminom WAN krajnja točka podrazumijeva se komunikacija koja završava na pristupniku ili u podatkovnom centru koji je domaćin M2M funkcijama koje omogućavaju usluge.

WAN mreža ne uključuje same M2M krajnje točke već omogućava komunikaciju s određenim senzorskim čvorom.

WAN mreža pokriva licenciran i nelicenciran spektar koristeći bežične ili žičano bazirane pristupne tehnologije: DSL, WiMax, WiFi, Ethernet itd. Prometni modeli za M2M komunikaciju razlikuju se prema namjeni za koju su postojeće mreže dizajnirane i mogu se značajno razlikovati. Ne postoji jedinstven M2M prometni model već svi modeli ovise o aplikaciji. Različite prometne karakteristike mogu indicirati da su za primjenu M2M aplikacije potrebna poboljšanja i optimizacije u postojećim RAN i CN mrežama i procedurama.

Funkcijski, WAN uključuje navedene karakteristike:

- » Glavna funkcija WAN mreže je uspostava povezivosti između kapilarnih mreža, domaćina senzora i aktuatora s M2M funkcijama za omogućavanje usluga. Standardni komunikacijski model je paketski i temelji se na TCP/IP protokolu.
- » Prihvat ili isporuka različitih tipova paketa poput SMS poruka poslana od strane senzora.

- » Upravljanje identitetima (primarnih uređaja), ćelijskih i ne-ćelijskih domena koji se uglavnom koristi kako bi se dozvolio pristup WAN resursu a obuhvaća:
 - MCIM (Machine Communications Identity Module) – modul za udaljeno provizioniranje pretplatničkih podataka,
 - SIM (Subscription Identity Module) – modul za identifikaciju pretplatnika,
 - MAC (drugi tip identiteta za uređaje koji nisu ćelijski),
 - funkcije tipa autentikacije/registracije (orijentirane na uređaje),
 - usluge direktorija (orijentirane na uređaje tipa LDAP),
 - usluge pretplate (orijentirane na uređaje) te
 - razne probe koje omogućuju mjerenja.

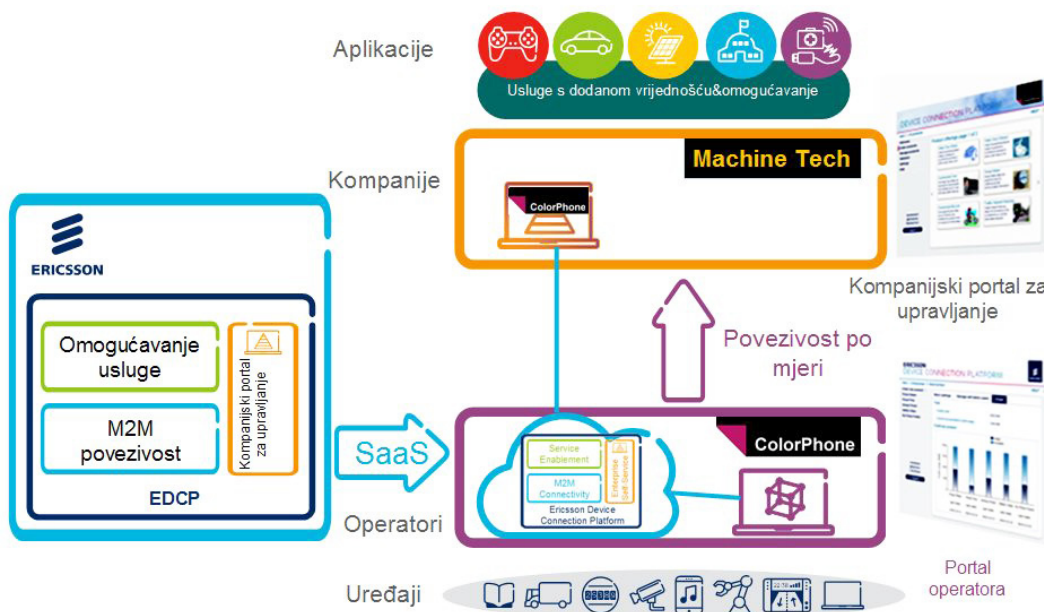
Područje WAN mreža trenutno prolazi kroz proces modernizacije, tj. prelazi u potpunosti na All-IP tehnologije. Jedno od rješenja za WAN mreže je Multimedijски podsustav zasnovan na Internet protokolu (IP Multimedia Subsystem – IMS) koji može biti pogodan za M2M aplikacije.

IMS omogućava mnoge komunikacijske usluge potrebne za implementaciju M2M usluga kao i neke funkcionalnosti za isporuku usluga. Funkcionalnosti za isporuku usluga su posredovanje upravljanjem uslugama, usluge registracije tj. općenito kompozicija usluga. IMS se može koristiti za omogućavanje komunikacijskih usluga prema ili od infrastrukture M2M funkcija za omogućavanje usluga. IMS može služiti za komunikaciju prema kapilarnim mrežama i prema aplikacijskim serverima. Neke M2M aplikacije mogu iskoristiti postojeće IMS funkcionalnosti kao što su adresiranje, osiguravanje sigurnosti, autentifikacija, osiguravanje kvalitete usluge (eng. Quality of Services, QoS), prioritiziranje prometa, poručivanje, upravljanje grupama, informacije o prisutnosti, NAT traversal, prevođenje IPv4/IPv6 adresa i izvještavanje o događajima. M2M specifična logika može se protumačiti kao aplikacija koja radi povrh IMS arhitekture. Važno je napomenuti da je M2M specifičnoj logici potrebno dopustiti pristup IMS sustavu preko standardiziranog NBI (eng. Northbound) sučelja.

4 Ericssonova platforma za M2M komunikaciju

Ericssonova platforma za M2M komunikaciju EDCP (Ericsson Device Connection Platform) je ključna komponenta cjelokupnog vrijednosnog lanca za M2M komunikacije i ostvarenja vizije 50 milijardi povezanih uređaja. EDCP omogućuje operatorima pokretne mreže i kompanijama ulazak na M2M tržište na troškovno učinkovit način.

Ericsson nudi EDCP platformu kroz poslovni model SaaS (eng. Software as a Service) u kojem je operatorima pokretne mreže i kompanijama pružena mogućnost uporabe dostupnih usluga na platformi EDCP, a smještena je u infrastrukturi oblaka (eng. Cloud). Usluge podržane EDCP platformom dostupne su operatoru ili kompanijama kroz portale i otvorena sučelja. Pod uslugama se ovdje misli na promet, upravljanje pretplatama i nadgledanje uređaja. Slika 4-1 prikazuje koncept EDCP platforme kao usluge.



Slika 4-1: EDCP kao usluga

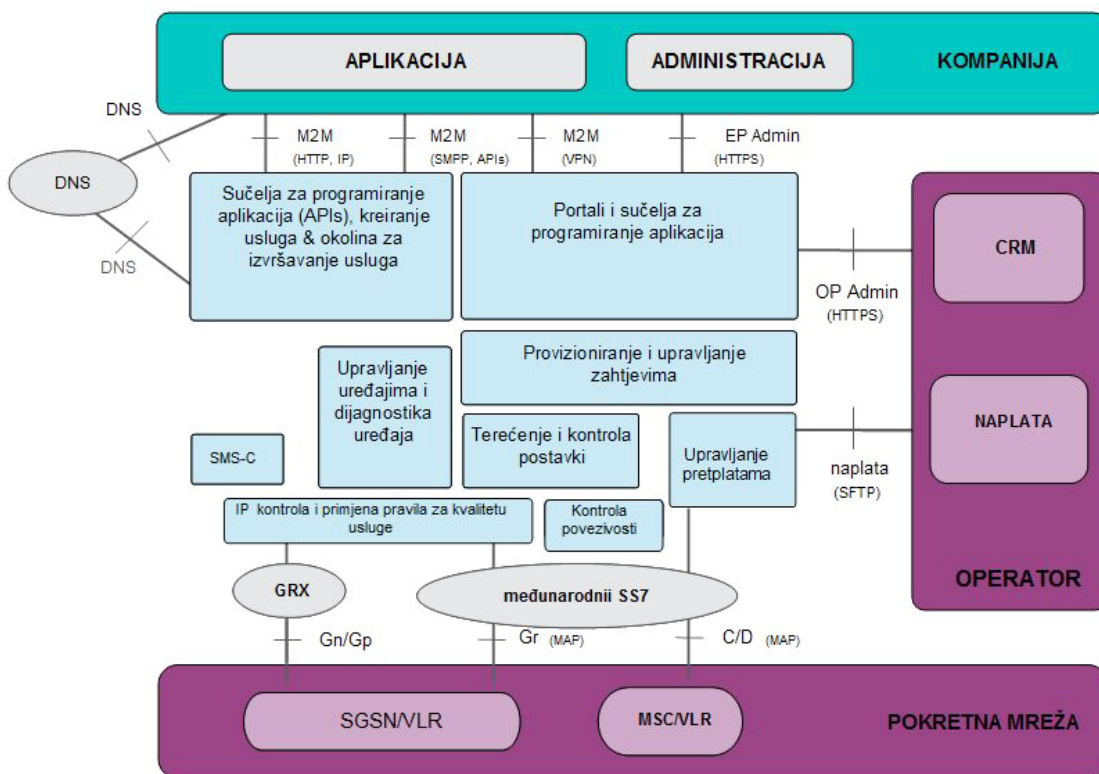
Kroz uslugu koja im se iznajmljuje (eng. hosted service) na vremenskoj bazi, godišnje, mjesečno, kvartalno ili sl. operatori i kompanije imaju mogućnost:

- » praćenja sustava i nadogradnje sustava,
- » podrške i pomoći oko platforme 24/7,
- » pristupa alatima za kreiranje i provizioniranje usluga,
- » pristupa upravljanju zahtjevima za uslugama,
- » pristupa upravljanju incidentima,
- » pregleda standardnih statističkih podataka i standardnog nadgledanja platforme te
- » zahtjeva za hitnim intervencijama.

Razlikujemo dva različita načina nuđenja M2M usluge kompanijama:

- » Povezivost za M2M promet (GPRS, SMS, glasovna komunikacija i promet u mrežama komutacije kanala), gdje glasovna komunikacija i promet u mrežama komutacije kanala nisu dio EDCP platforme već su realizirane od strane mreže operatora. EDCP može obavljati funkcionalnosti autentifikacije i autorizacije SIM-ova. Nadalje, EDCP može obavljati i funkcionalnosti tarifiranja, terećenja i poslovne logike koristeći podatke za naplatu koji dolaze iz mreže sa komutacijom kanala (eng. Transferred Account Procedure, TAP podaci).
- » Usluge za podršku poslovanju koje uključuju npr. administriranje i upravljanje kompanijom, EDCP pretplatama, rasponima brojeva dodjeljenim kompaniji, pretplatničkim paketima i modelima naplate.

EDCP se integrira u mrežnu okolinu kompanije ili operatora preko vanjskih sučelja (Slika 4-2).



Slika 4-2: EDCP vanjska sučelja

Kako bi se osigurala sigurna komunikacija između Ericssona i operatora ili kompanije potrebno je razmjeniti informacije o IP adresama, portovima i postavkama za pristupanje platformi te konfigurirati vatrozide (eng. firewalls) koji se nalaze između operatora, kompanije i Ericssona. Virtualna privatna veza (eng. Virtual Private Network, VPN) može se koristiti za siguran pristup nekoliko sučelja.

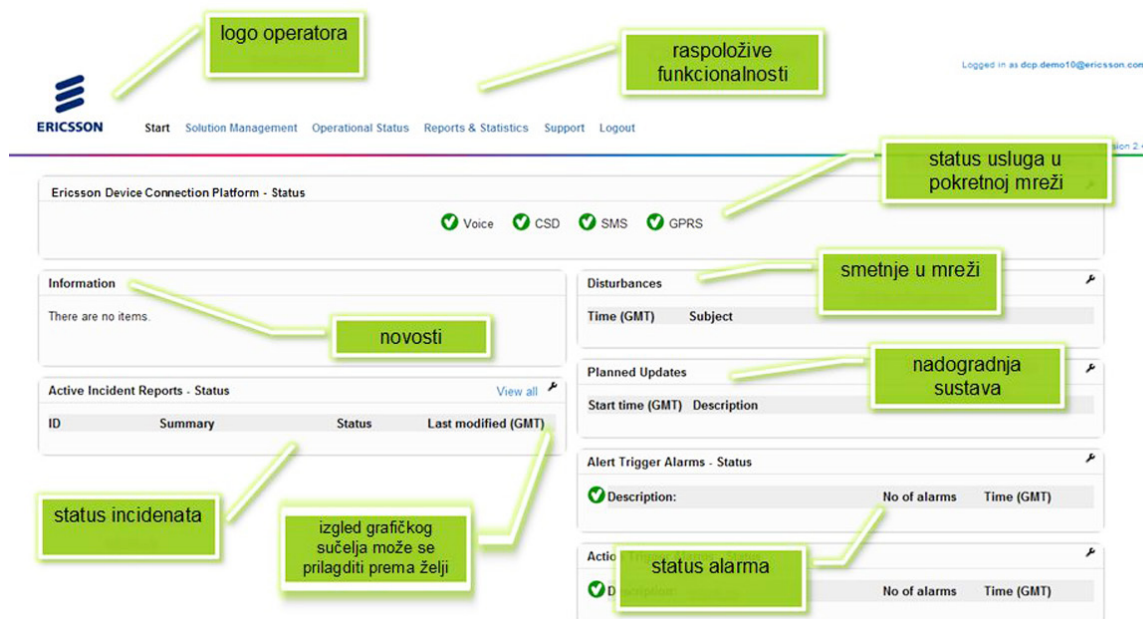
Operator i Ericsson povezuju se preko standardiziranih vanjskih sučelja:

- » Preko OP Admin sučelja operatoru je omogućeno upravljanje kompanijama, kontaktima, pretplatničkim paketima kao i rasponima brojeva pridjeljenim kompanijama.

- » IT sučelje služi za prijenos podataka za naplatu koje generira platforma, kao i za prijenos podataka za naplatu iz mreže s komutacijom kanala koji služe kako bi se naplatilo korištenje npr. glasovne komunikacije. Sučelje prema IT lokaciji služi i za prijenos SNMP (Simple Network Management Protocol) podataka prema operatoru.
- » Povezivanje na pokretne mobilne mreže operatora, 2,5G ili 3G radi se preko Gn/Gp, Gr i C/D sučelja.

Kompanija i Ericsson povezuju se također preko standardiziranih vanjskih sučelja gdje se odvija pretvorba IP adresa u imena servera, upravljanje pretplatama i SIM-ovima, pristupanje podacima o radu u nekom proteklom vremenskom periodu, pristupanje podacima o statusu sustava te povezivanje krajnjih M2M korisničkih uređaja s aplikacijom.

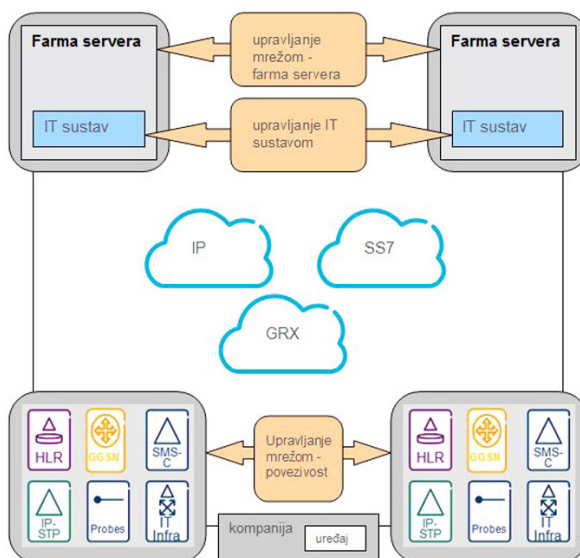
Primjer izgleda grafičkog sučelja prikazuje slika 4-3.



Slika 4-3: EDCP grafičko sučelje

U trenutnoj reviziji produkta, realizacija platforme napravljena je na geo-redundantan način i sastoji se četiri glavne lokacije (Slika 4-4):

- » Dvije geo-redundantne lokacije za IT sustav (upravljanje uslugama, naplata i terećenje, izvješća i web portali), obje smještene u Švedskoj.
- » Dvije geo-redundantne lokacije koje obavljaju funkcionalnosti osnovnih telekomunikacijskih usluga (HLR, GGSN i SMSC) od kojih se jedna nalazi u Nizozemskoj, a druga u Švedskoj.



Slika 4-4: EDCP lokacije

Danas su prisutna dva dominantna poslovna modela pružanja platforme za M2M komunikaciju. Dok je prvi model temeljen na izgradnji vlastite platforme ili akviziciji platforme u obliku proizvoda, drugi model je zasnovan na plaćanju korištenja tuđe platforme pružane u obliku usluge. U slučaju poslovnog modela temeljenog na vlastitoj platformi, platforma će biti sastavni dio IT-a operatora. No u slučaju alternativnog poslovnog modela, platforma za M2M komunikaciju će biti sastavni dio IT-a kompanije koja pruža uslugu korištenja platforme.

Poslovni model koji podrazumijeva izgradnju vlastite platforme za M2M komunikaciju će osigurati operatoru veću kontrolu nad samom platformom, njenim funkcionalnostima i daljnjim razvojem. Cijena takve kontrole će biti dugo vrijeme razvoja i troškovi razvoja vlastite platforme ili dugotrajan i skup postupak nabavke platforme te veliki troškovi upravljanja životnim tijekom sustava koji će uključivati, prije svega, i napore za standardizaciju platforme kako odgovarajuće norme i njihove izmjene budu usvajane. S druge strane, poslovni model zasnovan na najmu platforme će pružati operatoru manju kontrolu nad samim životnim tijekom platforme, ali će u velikoj mjeri velike kapitalne troškove uspostave M2M infrastrukture zamijeniti mnogo nižim operativnim troškovima te u velikoj mjeri smanjiti vrijeme uvođenja platforme za M2M komunikaciju u organizaciju. Rizik od lošeg upravljanja životnim tijekom platforme, od strane njenog vlasnika, smanjuje se pažljivim odabirom pouzdanih, iskusnih i provjerenih proizvođača.

Odabir poslovnog modela operatora svakako nije jednostavan i primjenjiv na sve. Oba poslovna modela mogu biti opravdana. Stoga će konačan odabir na kraju u velikoj mjeri biti uvjetovan strateškim opredjeljenjem i vlastitom vizijom pojedinog operatora kao jedinog ili jednog od više sudionika u transformiranom vrijednosnom lancu na tržištu M2M usluga.

5 Zaključak

Sa stajališta operatorske mrežne arhitekture, M2M komunikacija ima arhitekturne i poslovne zahtjeve koji nadilaze tradicionalne telekomunikacijske mreže.

Primijenjena M2M arhitektura temelji se na sustavu koji je horizontalno položen međutim cijeli koncept je dosta nov i u sljedećem će razdoblju doživljavati brojna prilagođavanja.

Ericsson Device Connection Platform – EDCP je važan korak prema realizaciji vizije 50 milijardi umreženih uređaja. EDCP omogućuje operatorima i kompanijama, kroz alate za upravljanje M2M platformom, pretplatama i uslugama, ulazak na M2M tržište putem raznolikih M2M aplikacija koje mogu egzistirati povrh EDCP platforme.

Ericsson vidi EDCP platformu kao idealan način kako operator može ući na sve brže rastuće M2M tržište s minimalnim troškovima, minimalnim rizicima, a s druge strane, s mogućnošću proširenja prema poslovnim potrebama.

6 Literatura

- [1] ETSI, TS 102 690 v 1.1.1, "Machine- to- Machine communications (M2M); Functional architecture", October 2011.
- [2] ETSI, TS 102 689 v 1.1.1, "Machine-to-Machine communications (M2M); M2M service requirements", August 2010.
- [3] ETSI, TS 102 921 v 1.1.1., "Machine-to-Machine communications (M2M); mla, dla and mld interfaces", February 2012.
- [4] "3GPP Technical Specification 22.368", v11.3.0, 3GPP, 2011.
- [5] "3GPP Technical Report 23.888", v1.5.0, 3GPP, 2011.
- [6] "3GPP Technical Report 33.812", v9.2.0, 3GPP, 2010.
- [7] "3GPP Technical Report 33.868", v0.5.0, 3GPP, 2011.
- [8] Berg Insiht, "The Global Wireless M2M Market", M2M Research, 2012.
- [9] M.Blockstrand, T.Holm, Lars-Orjan Kling, R.Skorg, B. Wallin, "Operator opportunities in the internet of things", Ericsson Review, No.1, 2011.
- [10] Ericsson White Paper, "More than 50 billions connected devices", February 2011.
- [11] Ericsson White Paper, "Device connectivity unlocks value", January 2011.
- [12] M.Chen, J.Wan, F.Li, "Machine-to-Machine Communications: Architectures, Standards and Applications", KSII TRANSACTIONS ON INTERNET AND INFORMATION SYSTEMS VOL. 6, NO. 2, Feb 2012.
- [13] Beecham Research, "report from Research Study: M2M Service Enablement Services", December 2011.

7 Popis kratica

3GPP	3rd Generation Partnership Project
API	Application Provider Interface
B2B	Business to Business
DPI	Deep Packet Inspection
DSL	Digital Subscriber Line
EDCP	Ericsson Device Connection Platform
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
eUTRAN	Evolved UTRAN
GERAN	GSM EDGE Radio Access Network
GGSN	Gateway GPRS Support Node

HRAN	High RAN
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IMS	IP Multimedia Subsystem
IoT	Internet of Things
IPv6	Internet Protocol version 6
LTE	Long Term Evolution
M2M	Machine-to-Machine
M2M SE	M2M Service Enablement
MAC	Media Access Control
MCIM	M2M communications identity module
MTC	Machine-Type Communication
NAT	Network Address Translation
NBI	Northbound Interface
OPEX	Operating Expenditure
OTT	Over - the - Top
PLC	Powerline Communication
REST	Representational State Transfer
QoE	Quality of Experience
QoS	Quality of Service
SE	Service Enablement
SGSN	Serving GPRS Support Node
SIM	Subscriber Identification Module
SMS	Short Message Service
SNMP	Simple Network Management Protocol
SOAP	Simple Object Access Protocol
SRWT	Short-Reach Wireless Technology
RAN	Radio access network
UTRAN	Universal Terrestrial Radio Access Network
VPN	Virtual Private Network
WAN	Wide area network
WCDMA	Wideband Code-division multiple access
WiFi	Wireless Fidelity
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access
WSAN	Wireless Sensor and Actuator Networks
XML	Extensible Markup Language

Adrese autora:

Željko Popović
e-mail: zeljko.popovic@ericsson.com

Vanesa Čačković
e-mail: vanesa.cackovic@ericsson.com

Darijo Burjan
e-mail: darijo.burjan@ericsson.com

Ericsson Nikola Tesla d.d.
Krapinska 45
p.p. 93
HR-10002 Zagreb
Hrvatska

Uredništvo je primilo rukopis 15. svibnja 2012.