

LATVIJAS UNIVERSITĀTE

Ekonomikas un vadības fakultāte

Ekonomikas informātikas katedra

MAGISTRA DARBS

WiMAX bezvadu tīkli un to attīstības perspektīvas Latvijā

WiMAX wireless networks and their development perspectives in Latvia

Vadības zinību maģistra
studiju programmas
Vadības informācijas sistēmas
studiju virziena
2.kursa students
(studenta apliecības Nr. VadZ030881)

Raimonds Treimanis

Darba vadītājs

Dr. oec., asoc. prof.

Uldis Rozevskis

Konsultants

M.b.a.

Jānis Krūmiņš

Rīga 2008

Anotācija

Maģistra darbā veikta Latvijas valsts Informācijas un komunikāciju tehnoloģiju (IKT) jomas politikas analīze, tās iespaids uz tautsaimniecības attīstību, apskatīti populārākie IKT lietojumi. Izvērtētas platjoslas datu pārraides sistēmas, analizētas to īpašības un salīdzinātas ar WiMAX tehnoloģiskajiem risinājumiem. Aplūkota WiMAX bezvadu tīklu attīstība ārvalstīs un perspektīvas Latvijas tirgū. Veikti aprēķini WiMAX tīkla izbūvei Latvijā un aprēķināts tā ekonomiskais izdevīgums. Pētījuma rezultātā secināts, ka WiMAX tīkla izbūve visas Latvijas teritorijā ir rentabls pasākums, kas var nest peļņu, taču nepieciešamas valsts atbalsts radiofrekvenču spektra lietošanas tiesību iegūšanai. Darba apjoms ir 100 lapaspuses, kas sakārtotas 5 nodaļās ar 43 apakšnodaļām. Darbā iekļautas 19 tabulas un 14 attēli, izmantoti 27 literatūras avoti.

Annotation

A master's thesis analyzes politics of Information and communication technology (ICT) in Latvia and its impact on development of national economy. Author carries out comparison of broadband wireless communication systems and WiMAX technology. World's most notable WiMAX deployments are described and compared with WiMAX perspectives in Latvia market. Business case for deployment of WiMAX network in Latvia is carried out, to analyze pros and cons of technology together with its economical reasonability. Conclusion is made, that deployment of WiMAX network in Latvia is economically reasonable if support from legal authorities in gaining necessary frequency resources can be achieved. Thesis consists of 100 pages, divided into 5 chapters and 43 subchapters, 19 tables, 14 figures and 27 information sources.

Satura rādītājs

APZĪMĒJUMU SARAKSTS	6
IEVADS.....	10
1. INFORMĀCIJAS UN KOMUNIKĀCIJU TEHNOLOĢIJAS	13
1.1. NOZARES POLITIKA.....	13
1.1.1. <i>Eiropā</i>	13
1.1.2. <i>Latvijā</i>	14
1.2. IKT IETEKME UZ EKONOMIKU.....	17
1.3. LIETOJUMI	18
1.3.1. <i>e-Pārvalde</i>	19
1.3.2. <i>e-Izglītība</i>	23
1.3.3. <i>e-Bizness</i>	25
1.3.4. <i>e-Veselība</i>	27
1.4. PLATJOSLAS PIEKĻUVE	29
2. BEZVADU TĪKLI	32
2.1. BEZVADU TĪKLU DARBĪBAS PRINCIPI.....	32
2.1.1. <i>Nesējs</i>	32
2.1.2. <i>Modulācija</i>	33
2.1.3. <i>Kanāla pieejas metodes</i>	36
2.1.4. <i>Kļūdu atklāšana un labošana</i>	37
2.2. FREKVENČU JOSLAS	38
2.3. BEZVADU TĪKLU VEIDI	39
2.4. DATORTĪKLU STANDARTI.....	40
2.5. MOBILIE TĪKLI	41
2.6. BEZVADU PLATJOSLAS RISINĀJUMI.....	42
2.7. PAŠREIZĒJO TEHNOLOĢIJU TRŪKUMI	43
3. WIMAX TEHNOLOĢIJA.....	46
3.1. STANDARTA IZSTRĀDE.....	46
3.2. 802.16 TEHNOLOĢISKIE RISINĀJUMI.....	47
3.3. WIMAX FORUMS.....	50
3.4. „WIMAX FORUM CERTIFIED” PROGRAMMA	51
3.5. WIMAX DARBĪBAS FREKVENCES	53
4. WIMAX IZMANTOŠANA	55
4.1. 802.16 PRIEKŠROCĪBAS	55
4.2. OPERATORU PERSPEKTĪVA	56
4.3. BALSS PĀRRAIDE WIMAX TĪKLOS	57

4.4.	PLATJOSLAS DATU PĀRRAIDES TIRGUS	59
4.5.	WiMAX TĪKLI PASAULĒ UN EIROPĀ	61
4.6.	WiMAX LATVIJĀ	63
4.6.1.	<i>Frekvenču joslas</i>	64
4.6.2.	<i>Valsts atbalsts un politika</i>	67
4.6.3.	<i>Konkurence</i>	69
5.	WIMAX TĪKLA IZBŪVE LATVIJĀ	71
5.1.	DEMOGRĀFISKĀ SITUĀCIJA UN KLIENTU SKAITS	71
5.2.	TIRGUS PERSPEKTĪVAS	75
5.3.	TEHNISKAIS RISINĀJUMS	77
5.4.	PAKALPOJUMI UN IEŅĒMUMI.....	79
5.5.	INVESTĪCIJAS	80
5.5.1.	<i>Klientu terminālu izmaksas</i>	82
5.5.2.	<i>Bāzes stacijas izmaksas</i>	85
5.6.	PEĻŅAS ZAUDĒJUMU APRĒĶINS	88
	NOBEIGUMS UN SECINĀJUMI	95
	IZMANTOTIE AVOTI UN LITERATŪRA	97
	DOKUMENTĀRĀ LAPA.....	100

APZĪMĒJUMU SARAKSTS

Apzīmējums	Skaidrojums
AAS	Adaptive Antenna Systems
ARQ	Automatic Repeat Request
ASK	Amplitude shift keying
BER	Bit Error Rate
BS	Base Station
CAPEX	Capital Expenditure
CDMA	Code-Division Multiple Access
CEPT	European Conference of Postal and Telecommunications Administrations
CINR	Carrier to Interference-plus-Noise Ratio
CSMA	Carrier Sense Multiple Access
DMT	Discrete Multitone Modulation
DSL	Digital Subscriber Line
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexer
DSSS	Direct Sequence Spread Spectrum
EBIDTA	Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and

	Amortization.
EDGE	Enhanced Data rates for GSM Evolution
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
EV-DO	Evolution Data Optimized
FCC	Federal Communications Commission
FDD	Frequency Division Duplex
FEC	Forward Error Correction
FFT	Fast Fourier Transform
FSK	Frequency shift keying
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Global System for Mobile Communications
hARQ	hybrid-Automatic Retransmission Request
HSDPA	High-Speed Downlink Packet Access
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IKT	Informācijas un Komunikāciju Tehnoloģija
ITU	International Telecommunications Union
ĪUMEPLS	Īpašu Uzdevumu Ministra Elektroniskās Pārvaldes Lietās Sekretariāts

LDPC	Low-Density Parity Check
LMDS	Local Multipoint Distribution System
LVRTC	Latvijas Valsts Radio un Televīzijas Centrs
MAC	Media Access Control
MIMO	Multiple Input Multiple Output
NLOS	no-line-of-sight
OFDM	Orthogonal frequency-division multiplexing
OPEX	Operational Expenditure
p2p	peer-to-peer
PBX	Private Branch eXchange
PCMCIA	Personal Computer Memory Card International Association
PHY	Physical layer of OSI model.
POTS	Plain old telephone service
PSK	Phase-shift Keying
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
QoS	Quality of Service
SOFDMA	Scalable Orthogonal Frequency Division Multiple Access

SPRK	Sabiedrisko pakalpojumu regulēšanas komisija
TDD	Time Division Duplexing
TDM	Time Division Multiplexing
VoIP	Voice over Internet Protocol
WiBro	Wireless Broadband
Wi-Fi	Wireless Fidelity
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access
WLAN	Wireless Local Area Network
WSIS	World Summit on the Information Society

IEVADS

Informācijas sabiedrība atrodas pavērsiena punktā. Tehnoloģiskais progress pēdējā laikā ir bijis iespaidīgs, un modernās komunikāciju tehnoloģijas ir nonākušas masveidīga pielietojuma fāzē, kas var būtiski izmainīt mūsu darbības, dzīves un savstarpējās sadarbības veidu. Bagātīgs saturs masu mēdijos ir pieejams jaunos un dažādos formātos un to var piegādāt neatkarīgi no vietas vai laika, pielāgojot atsevišķas personas interesēm un vajadzībām. Tehniskā ziņā ar ciparu tehnoloģiju ieviešanu tiek tuvināti saziņas tīkli, masu mēdiji, to saturs, pakalpojumi un ierīces. Uzlabojumi tīklos apvienojumā ar jaunām datu kompresijas metodēm rada jaunus un ātrākus datu izplatīšanas kanālus un veido jaunus satura formātus un pakalpojumus (piemēram, ar balsi darbināmu intertīkla protokola (IP) TV un tiešsaistes mūziku). Jauna satura, pakalpojumu un uzņēmējdarbības modeļu izveide veicina izaugsmi un darba vietu radīšanu. (7, 4. lpp.)

Digitālās konverģences iespaids būs izjūtams globālā līmenī, izraisot konkurenci visā pasaulē. Ja Latvija vēlas pilnā mērā izmantot savu ekonomisko potenciālu, ir jāizmanto aktīva politiskā pieeja, lai veicinātu labvēlīgu attīstību tirgū un uz zināšanām balstītas sabiedrības izveidi (piemēram, mūžizglītību, radošu pieeju un jauninājumus), patērētāju aizsardzību un veselīgu un drošu informācijas sabiedrību. Jāveicina lietojumu attīstība un kvalitatīvu e-pakalpojumu radīšana visplašākajām iedzīvotāju masām, nodrošinot ikviena sabiedrības locekļa iesaistīšanu, palielinot sabiedrības uzticību elektroniskajiem pakalpojumiem un attīstot pakalpojumu klāstu un daudzveidību.

Tradicionālais tehnoloģisko inovāciju modelis balstās uz sistēmu, kurā iesaistīta zinātniskā pētniecība, industrija un valdības institūcijas. Taču lietotāju devums inovāciju procesā kļūst acīmredzami nozīmīgs, attīstoties komunikāciju tehnoloģijām. Par tehnoloģiju attīstības dzinējspēku kļūst tieši lietotāji, tādējādi radot jaunu attīstības modeli. Jau šobrīd šīs tendences ir redzamas tiešsaistes mēdiju jomā, kur lietotāju ģenerētais saturs ieņem nozīmīgu lomu, kā arī tiešsaistes režīma sadarbības aplikācijās, kas veicina attālināta kopdarba pielietošanu visās industrijas jomās. Modeļu diversifikācija un inovācijas ietekmē arī gatavo produktu radīšanu un attīstību. Interneta attīstība un pakalpojumu pieejamība tiešā veidā ietekmē daudzu produktu un pakalpojumu dizainu – jau šobrīd lielākā daļa sadzīves tehnikas tiek ražota ar interneta pieslēguma opcijām, kas ļauj pievienot papildus funkcionalitāti

tradicionālām ierīcēm. Tas dod ražotājiem iespējas arvien uzlabot savus produktus, savukārt lietotāji gūst labumu no papildus funkcionalitātes un pakalpojumiem.

Taču ļoti būtisks priekšnoteikums tehnoloģiju un e-pakalpojumu attīstībai ir komunikāciju pieejamība un platjoslas pakalpojumu nodrošinājums. Latvijas Republikas Ministru kabineta akceptētajās „Informācijas sabiedrības attīstības pamatnostādņēs 2006. - 2013. gadam” tiek konstatēts, ka interneta lietotāju skaita ziņā Latvija ievērojami atpaliek no ES (2 reizes mazāk) un arī informācijas un komunikāciju tehnoloģiju (IKT) lietošanas ziņā komercdarbībā (2.3 reizes). Latvija atpaliek e-pakalpojumu skaita un to lietošanas ziņā (7-10 reizes), kā arī e-komercijas apgrozījuma ziņā (16 reizes). Salīdzinoši neaktīva ir ar IKT saistītā zinātne un pētniecība, kā arī inovatīvu risinājumu ieviešana komercdarbībā. Latvijas IKT nozare veido tikai 6% no IKP, ES ir par 1/3 vairāk (4, 12. lpp.). Kā viens no galvenajiem iemesliem šai situācijai tiek minēts nepietiekams interneta pieejas infrastruktūras segums, kas ietekmē lietotāju īpatsvaru starp fiziskām un juridiskām personām, kā arī kavē satura, pakalpojumu un IKT nozares attīstību.

Lai labotu šo situāciju, ir nepieciešama infrastruktūras izbūve, kas nodrošinātu platjoslas pakalpojumu pieejamību. Latvijas situācijā ar mazapdzīvotiem lauku reģioniem, kuros ir neliels iedzīvotāju blīvums un zema pirktspēja, kvalitatīvu kabeļtīklu izbūve ir ekonomiski nepamatota un iespējama vienīgi ar milzīgām mērķdotācijām. Ekonomiski pamatots risinājums šādos apstākļos ir platjoslas bezvadu risinājumi, kas ļauj operatoriem sasniegt klientus arī attālākajos rajonos, neieguldot lielus līdzekļus kabeļtīklu izbūvē un nodrošināt tīkla pārklājumu lielās teritorijās ar salīdzinoši nelielām investīcijām, sniedzot pakalpojumus ar tādu pašu kvalitāti, kā kabeļtīklu gadījumā. Pasaule pieredze rāda, ka bezvadu risinājumu popularitāte turpina augt. Kā galvenie iemesli šādai dinamika ir minama nozīmīga izmaksu samazināšanās, pateicoties tehnoloģiju attīstībai, aparatūras atkārtotas izmantošanas iespējamība un īsāki instalāciju termiņi – nav nepieciešami laikietilpīgi kabeļu ieguldīšanas darbi.

Ņemot vērā lielo bezvadu datu pārraides tehnoloģiju daudzveidību un tirgū pieejamās aparatūras dažādību, kas pārsvarā gadījumu nav savstarpēji savietojama un nespēj strādāt vienotā tīklā, rodas nepieciešamība pēc standartizēta risinājuma, kas ļautu lietot bezvadu platjoslas pakalpojumus jebkurā pasaules punktā, kā tas šobrīd ir ar mobilo telefoniju. Ļoti piemērots risinājums ir *Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)* izstrādātā standarta 802.16 aprīkojums, jeb *Worldwide Interoperability for Microwave Access*

(WiMAX), kas ir starptautiski akceptēts standarts ar aparatūras savietojamības testiem un sertifikāciju.

Darbā padziļināti apskatīta WiMAX un citas populārākās bezvadu tehnoloģijas, to īpatnības un tehnoloģiskie risinājumi, kā arī WiMAX priekšrocības vai iespējamie trūkumi. Analizēta valsts regulējošā joma telekomunikāciju tirgū un politisko lēmumu iespaids uz komunikāciju pakalpojumiem, Eiropas savienības regulu un direktīvu iespaids un nozīmība. Īpaša uzmanība pievērsta WiMAX standarta tehnoloģiskajiem risinājumiem un standarta izstrādei, kā arī apskatīta citu valstu pieredze WiMAX tīklu izvēršanā. Pētījumu veikšanai izmantotas kvantitatīvās un kvalitatīvās izpētes metodes. Veikti aprēķini, kas parāda WiMAX tīkla izbūves visā Latvijas teritorijā ekonomisko pamatotību un biznesa perspektīvas.

Darbs var tikt izmantots par pamatu biznesa plāna sastādīšanai telekomunikāciju operatoram, kas vēlas ienākt Latvijas tirgū vai paplašināt savu pakalpojumu klāstu.

1. INFORMĀCIJAS UN KOMUNIKĀCIJU TEHNOLOĢIJAS

Informācijas un komunikāciju tehnoloģijas (IKT) nozares attīstība tiek atzīta par būtiski svarīgu ne tikai Latvijas nākotnei, bet arī visas Eiropas savienības mērogā. Eiropas Komisijas paziņojumā „i2010 – Eiropas informācijas sabiedrība izaugsmei un nodarbinātībai” teikts, ka informācijas un saziņas tehnoloģijas ir iespaidīgs izaugsmes un nodarbinātības dzinējspēks. Ceturtdaļa IKP izaugsmes un 40% ražīguma izaugsmes ES ir panākta, pateicoties IKT. Atšķirības attīstīto valstu ekonomiskajā ražīgumā lielā mērā ir skaidrojamas ar investīcijām IKT un to izmantošanu, kā arī ar informācijas sabiedrības un masu mēdiu industrijas konkurētspēju. IKT pakalpojumu, iemaņu, masu mēdiu pakalpojumu un to satura nozīme ekonomikā un sabiedrības dzīvē pieaug (7).

Latvijas situācijā IKT nozarei ir vēl lielāka nozīme, jo tā ir viena no jomām, kur paveras iespēja reālai attīstībai un konkurencei ar citām valstīm. Būtu ļoti grūti konkurēt ar attīstītajām valstīm smagajā rūpniecībā vai lauksaimniecībā, taču IKT nozarē Latvijas perspektīvas ir pietiekoši labas. Informācijas sabiedrības attīstība sniedz ieguldījumu tautsaimniecības attīstībā, gan piedāvājot jaunus pakalpojumus un izmantojot jaunās tehnoloģijas komercdarbības inovāciju veikšanai, gan arī attīstoties pašai IKT nozarei. E-pakalpojumu lietošanu un attīstību būtiski stimulē e-pārvaldes ieviešana un publiskās informācijas pieejamība komersantiem – pakalpojumu veidošanai.

1.1. Nozares politika

1.1.1. Eiropā

Eiropas Padome savā ārkārtas sēdē Lisabonā 2000. gada martā par galveno ES attīstības mērķi ir definējusi informācijas sabiedrības izveidošanu jeb t.s. “elektroniskās Eiropas” veidošanu (*e-Europe initiative*), ar to saprotot paātrinātu Eiropas valstu ekonomisku un sabiedrības attīstību, vispusīgi izmantojot jauno tehnoloģiju iespējas ļaužu dzīves kvalitātes uzlabošanai un paredzot pievērst ikvienu ES iedzīvotāju, ģimeni, skolu, ikvienu uzņēmēju un jebkura līmeņa administrāciju mūsdienu digitālo tehnoloģiju izmantošanai.

2005. gadā Briselē Eiropas Kopienu komisija nāk klajā ar paziņojumu Eiropas padomei, Eiropas parlamentam, Ekonomikas un sociālo lietu komitejai un Reģionu komitejai „i2010 – Eiropas informācijas sabiedrība izaugsmei un nodarbinātībai” Komisija ierosina noteikt trīs prioritātes Eiropas informācijas sabiedrības un masu mediju politikā:

- vienotās Eiropas informācijas telpas izveides pabeigšanu, kas veicina atklātu un konkurētspējīgu iekšējo tirgu informācijas sabiedrībai un medijiem;
- jauninājumu un investīciju nostiprināšanu IKT jomā, lai veicinātu izaugsmi un lielāka skaita un labāku darba vietu izveidi;
- aptverošas Eiropas informācijas sabiedrības izveidi, veicinot izaugsmi un darba vietu radīšanu, kas atbilst ilgtspējīgai attīstībai un piešķir prioritāti labākiem sabiedriskiem pakalpojumiem un dzīves kvalitātei (7).

Veidojot vienotu Eiropas informācijas telpu, jau no paša sākuma jārisina četri digitālās konverģences izvirzītie uzdevumi:

- ātrums – ātrāks platjoslas pakalpojumu tīkls Eiropā, lai nodrošinātu augstu saturs kvalitāti, piemēram, augstas izšķirtspējas video pārraides;
- bagātīgs saturs – paaugstināta juridiskā un ekonomiskā drošība, lai veicinātu jaunu pakalpojumu veidošanu un jaunu tiešsaistes saturu;
- savstarpējā savietojamība – „savstarpēji sarunājošos” ierīču un platformu skaita, kā arī to pakalpojumu skaita palielināšana, kurus var pārvietot no vienas platformas uz otru;
- drošība – interneta tīkla drošības palielināšana pret krāpniekiem, kaitīga saturs materiāliem un tehnoloģiju kļūmēm, lai palielinātu ieguldītāju un patērētāju uzticību.

1.1.2. Latvijā

1998. gadā Satiksmes ministrijā tika izstrādāta nacionālā programma „Informātika 1999 – 2005”, paredzot šādus rīcības virzienus:

- attīstīt valsts nozīmes, pašvaldību un pārvaldes nozaru informācijas sistēmas un tiešsaistē pieejamos pakalpojumus;

- attīstīt elektronisko sakaru tīklus;
- sakārtot ar elektroniskajiem sakariem, datu apstrādi un e-komerciju saistītos likumdošanas aktus un standartus;
- digitalizēt Latvijas kultūras vērtības, latviskot lietojumprogrammatūru;
- veidot izglītības sistēmas IKT infrastruktūru, izstrādāt profesionālās izglītības programmas;
- rosināt ar IKT saistītās inovācijas mazos un vidējos uzņēmumos.

Latvijas valdības 2000. gada 5. maija “Deklarācijā par Ministru kabineta iecerēto darbību” sadaļā “Transports, sakari, informātika” ir paredzēti šādi pasākumi informātikā:

- par prioritāriem virzieniem valsts investīcijām informātikā 2000. – 2001. gadam uzskatīt izglītību, integrētas valsts nozīmes informācijas sistēmas un tās komponentu izveidi, kā arī normatīvo aktu izstrādāšanu informātikas jomā;
- visu veidu transporta kustības un kravas apstrādes koordinācijai un optimizācijai līdz 2001. gadam izstrādāt un divu gadu laikā ieviest integrētu transporta informācijas sistēmu;
- veicināt Interneta attīstību Latvijā, nodrošinot godīgu konkurenci starp Interneta pakalpojumu sniedzējiem.

2000. gadā Satiksmes ministrija izstrādā nacionālo programmu „Informātika 2000”, kurā analizēti un turpināti iepriekšējā programmā ietvertie rīcības virzieni, kā arī precizētas to vidēja termiņa aktivitātes. Tā ir kompleksa mērķprogramma laika periodam no 1999. gada līdz 2005. gadam, sastāvoša no 13 apakšprogrammām, kuras aptver dažādus informācijas sabiedrības izveides aspektus. Nacionālās programmas „Informātika 2000” pamatmērķis ir integrēt Latviju globālajā attīstības procesā un veidot pamatus informācijas sabiedrības attīstībai valstī. Abas minētās programmas savu darbību beigušas 2005. gadā.

2001. gadā izstrādāta sociāli-ekonomiskā programma „eLatvija”, kas paredz attīstīt uz zināšanām balstītu ekonomiku, kā arī sociālo kohēziju:

- attīstot IKT pieejas infrastruktūru, tās pieejamību un prasmes ikvienam;
- attīstot satura un pakalpojumu veidošanu un pieejamību;

- attīstot e-komerciju un pārvaldes e-pakalpojumus.

Latvijas valdības deklarācijās vienmēr ir tikusi uzsvērta nepieciešamība atbalstīt informācijas sabiedrības veidošanos pēc būtības un ar praktisku rīcību, veicinot sabiedrības izglītošanu informācijas tehnoloģiju jomā, interneta pieejamību un lietošanu, informācijas tehnoloģiju, elektronisko sakaru un pakalpojumu industrijas izaugsmi, kultūras un Latvijai specifiska satura radīšanu, elektronisko parakstu ieviešanu un pārvaldes efektivitātes palielināšanu, publisko pakalpojumu, informācijas pieejamību un citiem pasākumiem. Informācijas sabiedrības veidošana ir minēta starp būtiskākajiem Lisabonas stratēģijas uzdevumiem, lai panāktu Eiropas ekonomikas atjaunotni un efektīvizāciju, balstot to uz zināšanām un augstu pievienoto vērtību (8). Programma "e-Latvija 2005-2008" pilda šo mērķi, ņemot vērā Latvijas attīstības līmeni, politikas aktualitātes un vajadzības. Programmai ir definēti šādi mērķi:

- izveidot dinamisku un uz zināšanām balstītu ekonomiku;
- nodrošināt paātrinātu un noturīgu ekonomisko pieaugumu;
- nodrošināt pilnu nodarbinātību (11, 4. lpp.).

2006. gadā tiek izstrādātas „Informācijas sabiedrības attīstības pamatnostādnes 2006. - 2013. gadam”, kuras apstiprinātas MK 2006. gada 19. jūlijā. Pamatnostādnes tiek izmantotas, lai izstrādātu vidēja termiņa politikas plānošanas dokumentus un koncepcijas, kā arī lai plānotu un ieviestu pasākumus atsevišķu uzdevumu risināšanai. Tās izmanto pasākumu izstrādei un prioritāšu noteikšanai dažādu avotu finansējuma plānošanai, kā arī jauno politikas iniciatīvu sagatavošanai.

Šobrīd aktuālie politikas plānošanas dokumenti, kas ietekmē IKT nozari Latvijā:

- „Latvijas nacionālā Lisabonas programma”, (MK 19.10.2005/ Prot.58 34§);
- „Nacionālās attīstības plāns” (1. redakcija), 2006
- „Nacionālais stratēģiskais ietvardokuments” (projekts), 2006
- „Valsts kultūrpolitikas vadlīnijas 2006. – 2015.gadam” (projekts), 2006

Politikas dokumenti, kas precizē un sīkāk apraksta pamatnostādņu uzdevumus un aktivitātes konkrētos rīcības virzienos:

- „Konceptija par elektronisko komerciju”, (MK 13.03.2001/ Prot.11 43§);
- „Latvijas e-pārvaldes koncepcija”, (MK 20.08.2002/; Prot.35 42§)
- „Elektroniskās pārvaldes attīstības programma 2005 – 2009. gadam”, (MK 29.09.2005. Rīk. Nr.623);
- „E-veselības pamatnostādnes”, (MK 16.08.2005/ Prot.46 24§);
- „Valsts vienotās bibliotēku informācijas sistēmas koncepcija”, 2001 (MK 06.11.2001/ Prot.54 29§);
- „LR elektronisko sakaru nozaru politikas pamatnostādnes 2004. - 2008.gadam” (MK 08.03.2004.);
- „Platjoslas tīklu attīstības stratēģija 2006. – 2012. gadam”, (MK 27.12.2005. Rīk. Nr. 839);
- „Konceptija virszemes ciparu televīzijas (DVB-T) ieviešanai Latvijā”, (Nacionālā radio un televīzijas padomes 16.09.2004. sēdes Lēmums Nr. 126).

Latvijas informācijas sabiedrības politika balstās uz *World Summit on the Information Society* (WSIS) Ženēvas un Tunisas deklarācijām, kā arī uz ES Lisabonas stratēģiju un iniciatīvu „i2010 – Eiropas informācijas sabiedrība izaugsmei un nodarbinātībai”, Eiropas Kopienas programmām „e-Inclusion” (e-iekļaušana), „e-Accessibility” (e-pieejamība) (4, 12. lpp.).

1.2. IKT ietekme uz ekonomiku

Mūsdienu ekonomiskajā telpā datori un telekomunikācijas ir kļuvušas par neatņemamu biznesa vides sastāvdaļu, bez kuras nav iedomājam uzņēmējdarbības attīstība. Arvien vairāk uzņēmumu lieto telekomunikāciju tīklus tiešai ekonomiskai darbībai – preču pirkšanai un pārdošanai, ārpakalpojumu sniegšanai un ņemšanai. Tomēr nav skaidri pierādīta sakarība starp IKT attīstību un ekonomisko rādītāju izaugsmi. Statistikas dati nesniedz tūlītēju pozitīvu rezultātu atspoguļojumu, neskatoties uz investīcijām IKT jomā. Iespējams, ka nepieciešams ilgāks laiks, lai šīs sakarības kļūtu acīmredzamas.

IKT iespaido produktivitāti trijos veidos:

- pateicoties straujam tehnoloģiskajam progresam IKT ražošanā un pakalpojumos, palielinās darba efektivitāte. IKT sektors kļūst par izaugsmes noteicēju;
- investīcijas IKT veicina kapitāla pieplūdumu un palielina darba ražīgumu;
- IKT lietošana citās jomās uzlabo uzņēmumu efektivitāti (9).

Tuvojas jauna „uzņēmējdarbības e-risinājumu” ēra, kas balstās uz integrētiem IKT risinājumiem, drošiem tīkla pakalpojumiem un sadarbības līdzekļiem, kas paaugstina darbinieku ražību. Pēdējā laika norises rāda, ka nākamajos gados pieaugs IKT izmantošana uzņēmējdarbībā. Tāpat ir svarīgi pielāgot darba vidi, efektīvi izmantojot IKT darba vietās un elastīgi organizējot drošu un augstas kvalitātes darba procesu.

Digitālai konverģencei ir nepieciešama konsekventa informācijas sabiedrības un masu mēdiu noteikumu sistēma. Šajā jomā iekšējo tirgu regulē plašs noteikumu kopums, kas aptver, piemēram, audiovizuālos mēdijus, digitālo televīziju, tiešsaistes tirdzniecību, intelektuālā īpašuma tiesības un atbalsta pasākumus satura radīšanai un izplatīšanai mēdijos.

1.3. Lietojumi

Pēdējo gadu laikā attīstība IKT jomā ir pieaugusi, sasniedzot līmeni, kad vērojama strauja informācijas sabiedrības un mēdiu izaugsme, ko padara iespējamu plaši izplatīta un strauja saziņa, savienojot daudzas ierīces. Tradicionālais saturs (piemēram, filmas, videoieraksti, mūzika) tagad ir pieejams digitālā formātā, un tiek izveidoti jaunu pakalpojumu veidi, kas "jau kopš dzimšanas" ir digitāli, piemēram, interaktīvā programmatūra. Informācijas sabiedrības un masu mēdiu pakalpojumu, tīklu un ierīču digitālā konverģence beidzot kļūst par ikdienas īstenību.

Sociāli ekonomiskajā programmā „e-Latvija 2005-2008”, kuras mērķi ir izveidot dinamisku, uz zināšanām balstītu ekonomiku, nodrošināt paātrinātu un noturīgu ekonomisko pieaugumu un nodrošināt pilnu nodarbinātību, ir definēti 6 galvenie darbības virzieni:

- e-Pārvalde;

- e-Izglītība;
- e-Bizness un labklājība;
- e-Veselība;
- platjosla un piekļuve pakalpojumiem;
- drošība (11, 4. lpp.)

Šajos virzienos atspoguļojas galvenie IKT nozares lietojumi, kuri nākotnē būs nozīmīga katra iedzīvotāja ikdienas sadzīves daļa. Ar e-Pārvaldes palīdzību valsts var uzlabot sabiedrisko pakalpojumu kvalitāti, veicināt teritoriālo vienotību, nodrošināt vienlīdz ērtu valsts un pašvaldību pakalpojumu pieejamību visā valsts teritorijā un veicināt sabiedrības līdzdalību valsts pārvaldē. e-Izglītība nodrošinās nepieciešamās zināšanas un iemaņas, atvieglos piekļuvi zinībām un uzlabos izglītības procesus. IKT nozare veido nozīmīgu daļu no Latvijas kopprodukta, taču ar e-Biznesa palīdzību var panākt pozitīvu efektu arī citās tautsaimniecības jomās. Tas veicina plašākas sabiedrības darbu augstas pievienotās vērtības uzņēmumos. e-Veselība ir būtiska joma, jo nodrošina kvalitatīvāku iedzīvotāju veselības aizsardzību un aprūpi, kas, savukārt, nodrošina veselus darbiniekus visām nozarēm. Tāpat tā palīdz celt veselības nozares administrēšanas efektivitāti un palielina pakalpojumu pieejamību plašākām iedzīvotāju masām.

Drošība ir ļoti būtisks aspekts, kuram Latvija reizēm tiek pievērsta pārāk maza uzmanība. Ja par savu fizisko drošību un mantas neaizskaramību rūpēties šķiet dabiski, par virtuālās vides drošību daudzi pat neaizdomājas. Sabiedrības informētība par elektronisko pakalpojumu drošību ir acīmredzami nepietiekama, kas veicina lielu skaitu kibernetisko uzbrukumu un rada iedzīvotājos neuzticību šiem pakalpojumiem. Lai arī Ekonomiskās policijas sastāvā ir izveidota datornoziedzumu apkarošanas struktūrvienība, kuras uzdevums ir rūpēties par noziedzības apkarošanu kibertelpā, rezultāti ne vienmēr ir apmierinoši un ir jāpieliek lielākas pūles, lai stiprinātu iedzīvotāju uzticību e-pakalpojumiem un stimulētu plašāku to lietošanu.

1.3.1. e-Pārvalde

Ieviešot IKT un optimizējot procesus publiskajā pārvaldē valsts var uzlabot pārvaldes pakalpojumu kvalitāti un pieejamību un samazināt administratīvo un finansiālo slogu uz sabiedrību, veidot efektīvu, ekonomisku, atklātu un demokrātisku pārvaldi, kurai iedzīvotāji

uzticas un kuras darbā tie piedalās. Ņemot vērā, ka mērķa sasniegšanai ir nepieciešama ne tikai IKT sistēmu ieviešana, bet arī pārvaldes procesu maiņa, tās veiksmīgai realizācijai ir nepieciešama visu iesaistīto institūciju sadarbība (3, 8. lpp.). Kā galvenos veicamos darbus var minēt valsts un pašvaldību informāciju sistēmu sakārtošanu, datu kvalitātes uzlabošanu un e-pakalpojumu izstrādi un ieviešanu iedzīvotāju ērtībām.

Šobrīd iedzīvotājiem ir pieejami sekojoši valsts iestāžu e-pakalpojumi:

- Uzņēmumu reģistra datu bāze – informācija par Latvijā reģistrētajiem uzņēmumiem, amatpersonām, paraksta tiesībām, komercķīlu reģistrs;
- Valsts ieņēmumu dienests – elektroniska deklarāciju, pārskatu un nodokļu aprēķinu pārskatu iesniegšana, ar PVN apliekamo personu reģistra publiskie dati;
- Iepirkumu uzraudzības birojs – uzaicinājumu un paziņojumu publikācijas pieteikumu aizpildīšana, standarta formas paziņojumiem par iepirkumu izsludināšanu, publicētie paziņojumi saskaņā ar likumu „Par iepirkumu valsts un pašvaldību vajadzībām”, rezultātu publikācijas;
- Valsts vienotā datorizētā zemesgrāmata – datu bāze par visiem zemesgrāmatā reģistrētajiem nekustamajiem īpašumiem, nostiprinājuma lūguma formas, statistika, zemesgrāmatu nodaļās iesniedzamo pamatdokumentu saraksts;
- Ceļu satiksmes drošības direkcija – informācija par personai piederošiem un turējumā esošajiem transportlīdzekļiem, vadītāja apliecības dati, informācija par personas pārkāpumu uzskaites punktiem un neapmaksātiem naudas sodiem;
- Pilsonības un migrācijas lietu pārvalde – iedzīvotāju reģistra datu bāze, nodrošina iespējas pārbaudīt personas datus;
- Valsts sociālās apdrošināšanas aģentūra – iedzīvotāji var saņemt informāciju par personas sociālās apdrošināšanas konta stāvokli un valsts fondēto pensiju shēmas dalībnieka konta izrakstu;
- pašvaldību pakalpojumi – ar pašvaldību darbības specifiku saistīti pakalpojumi, izziņas par dzīvesvietas deklarēšanu, būvatļaujas, nekustamo īpašumu nodokļi, dzīvokļu rindas reģistrs utt.

Acīmredzams ir fakts, ka dažādām institūcijām trūkst savstarpējas koordinācijas un katra iestāde ievieš e-pakalpojumus pēc saviem ieskatiem un saprašanas. Būtu nepieciešama vienota valsts informācijas sistēmu koncepcija un arī vienots portāls caur kuru iedzīvotāji varētu piekļūt visiem e-pārvaldes pakalpojumiem. Tāpat vienota koncepcija ļautu optimizēt investīcijas un nepieļaut paralēlu reģistru un sistēmu izveidi. Tāpat ir daudz pakalpojumu, kurus arī būtu vēlams elektronizēt.

Elektroniskas vēlēšanas, ko ir jau ieviesusi mūsu kaimiņvalsts Igaunija, ļautu ietaupīt nozīmīgus līdzekļus, būtiski paātrināt rezultātu uzskaitu un panāk lielāku vēlētāju dalību vēlēšanās, nodrošinot iespēju balsot neizejot no mājas. Pasaules pieredze e-balsošanas jomā ir visnotaļ pozitīva, taču jāatceras par drošības aspektu, kas parasti izraisa vislielākās diskusijas. Ja pie klasisko vēlēšanu rezultātu manipulāciju iespēju novēršanas visi ir pieraduši un apzinās kādi pasākumi jāveic, e-vēlēšanu gadījumā bieži netiek ņemtas vērā elementāras prasības, kas noved pie skandaloziem drošības trūkumiem. Pareizi nokonfigurēta un ekspluatēta e-vēlēšanu sistēma ir daudz drošāka par papīra biļeteniem aizņemotās kastēs, taču tas prasa zināšanas un kvalificētus speciālistus. E-balsošana pasaulē – vēlēšanu iecirkņos izmantojot speciālus automātus:

- ASV. Atsevišķos štatos tiek izmantota kopš 2000.gada;
- Austrālija. 2001.gadā pirmo reizi izmantota parlamenta vēlēšanās (8,3% balsu nodotas elektroniski);
- Beļģija. Pirmie mēģinājumi 1991.gadā, plaši izmantota kopš 1999.gada. 2004.gada reģionālajās un Eiropas Parlamenta vēlēšanās 3,2 miljoni nobalsoja elektroniski (20% Valonijā, 49% Flandrijā, 100% Briselē);
- Brazīlija. Pirmie mēģinājumi 1996.gadā, plaši izmantota kopš 2000.gada;
- Indija. Pirmās daļēji elektroniskās vēlēšanas 1982.gadā, taču to rezultātus noraidīja Konstitucionālā tiesa. Plaši izmanto kopš 2003.gada;
- Itālija. 2006.gada vēlēšanās veica mēģinājumus, elektroniski nobalsoja tikai 3000 vēlētāju;
- Īrija. Pirmie mēģinājumi 2002.gadā, taču nav zināms, vai e-balsošana tiks attīstīta;
- Norvēģija. Pirmie mēģinājumi 2003.gada reģionālajās vēlēšanās;

- Vācija. 2005.gada parlamenta vēlēšanās divi miljoni balsu tika nodotas elektroniski.

Attālinātā e-balsošana:

- Igaunija. Igaunija bija pirmā valsts pasaulē, kurā nacionālā līmenī pašvaldību vēlēšanās (2005.gadā) tika izmatots internets. 2007.gada parlamenta vēlēšanās ar interneta palīdzību nobalso jau 30 275 pilsoņu;
- Kanāda. 2003.gadā Ontario 12 pašvaldībās notika pirmās pilnībā elektroniskās reģionālās vēlēšanas, iedzīvotāji balsoja, tikai izmantojot internetu vai telefonu;
- Rumānija. Pirmoreiz lietoja 2003.gadā, lai atvieglotu Irākā, Afganistānā, Kosovā un Bosnijā- Hercegovinā dienāšo karavīru iespējas balsot;
- Šveice. Vairāki kantoni attīstījuši iespēju balsot ar interneta palīdzību. Izmanto kopš 2002.gada.

Ļoti būtiska loma jebkuru e-pakalpojumu nodrošināšanā ir lietotāju autentifikācijai un personas datu drošībai. Latvijā šiem mērķiem jau 2006. gadā ir ieviests e-paraksts, kura darbību nodrošina Latvijas Pasts sadarbībā ar Lattelecom Technology. Lai arī šis pakalpojums darbojas jau gandrīz divus gadus, tā popularitāte ir visai zema – līdz 2008. gada 1. janvārim ir izsniegtas 15000 e-paraksta viedkartes, no kurām 90% valsts iestāžu darbiniekiem. Tas skaidrojams ar diviem galvenajiem aspektiem – zemo iedzīvotāju uzticību elektroniskajiem pakalpojumiem un neadekvāto cenu politiku. Pirmo faktoru var novērst vienīgi ar sabiedrības izglītošanu un informēšanu par tehnoloģiju aspektiem, funkcijām un drošību. Savukārt cenu politika šobrīd ir Latvijas Pasta rokās un atkarīga tikai no tā vēlmēm. IUMEPLS gan sola iesniegt valdībai priekšlikumu par e-paraksta dotāciju piešķiršanu privātpersonām 50% apmērā, taču pagaidām nekādu rezultātu nav.

Apskatot Igaunijas pieredzi, redzam, ka tur šobrīd visiem pastāvīgajiem iedzīvotājiem ir obligāta ID karte (90% iedzīvotāju tāda ir), kurā ir integrēts gan e-paraksta sertifikāts, gan autentifikācijas sertifikāts, turklāt tā atšķirībā no mūsu e-paraksta viedkartēm ir bezmaksas. E-paraksta izmantošanas iespējas Igaunijā ir ļoti plašas. Ar tā palīdzību var pieteikties jaunam ID dokumentam, iesniegt ikgadējos uzņēmuma pārskatus, var nodibināt politisko partiju un iesniegt partijas biedru sarakstu, sūtīt dažādus elektroniskas formas dokumentus valsts institūcijām (23).

1.3.2. e-Izglītība

Par galvenajiem e-Izglītības mērķiem var uzskaitīt sekojošus – veicināt izglītotas un radošas personības veidošanos, paaugstinot izglītojamo zināšanas, prasmes un iemaņas informācijas un komunikācijas tehnoloģiju pielietošanā, t.sk. pavairojot pedagogu un izglītības darbinieku IKT zināšanas un prasmes, palielinot skolotāju un docētāju kvalifikācijas līmeni un darba efektivitāti, veidojot efektīvu izglītības informācijas sistēmu, nodrošinot elektronisko mācību materiālu pieejamību un paaugstinot izglītības sistēmas vadības efektivitāti (6, 5. lpp.).

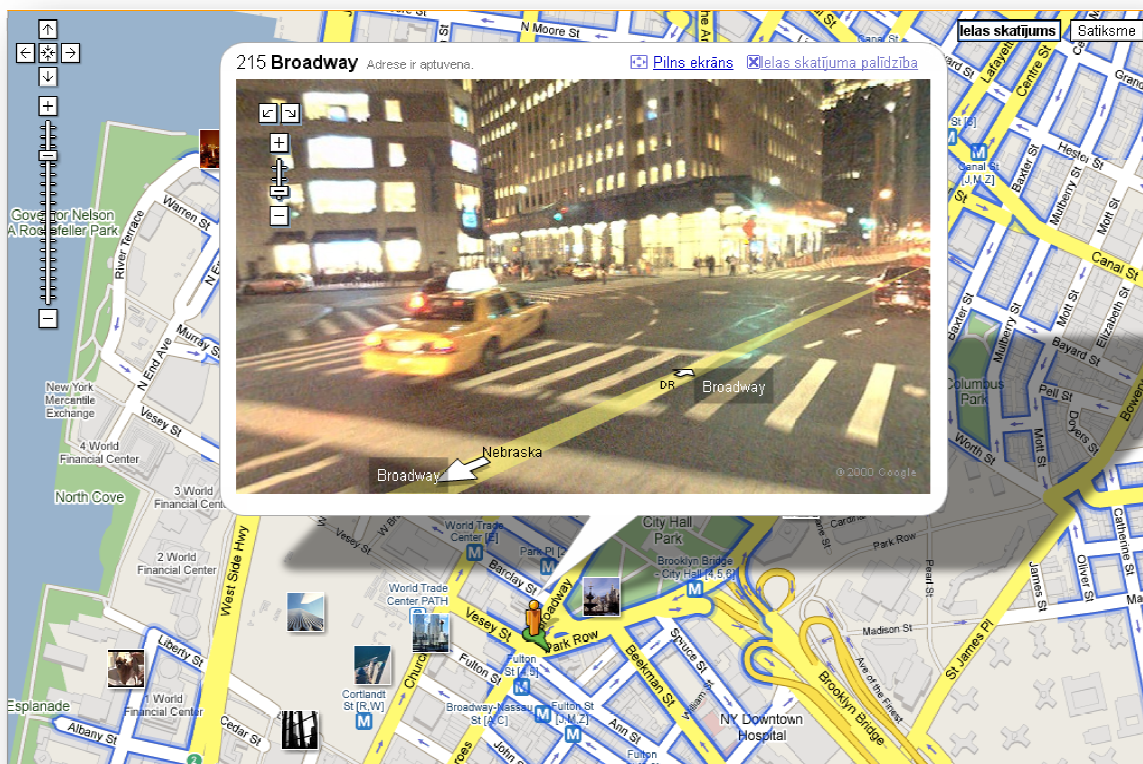
Pieaugot informācijas kā resursa izmantošanas nozīmībai jebkurā darbības jomā, ikvienam cilvēkam kļūst nepieciešamākas šim nolūkam specifiskas prasmes. Bez tām informācijas pieejamības un ieguves iespējas ir neizmantojamas, visas investīcijas informācijas tehnoloģiju, tīklu un pakalpojumu attīstībā kļūst bezjēdzīgas. IKT ir īpaša loma informācijas pieejamībā, apstrādē, pārraidē un izmantošanā. Prasme lietot modernās IKT, pilnā mērā izmantot to sniegtās iespējas (pie tam nekaitējot savai veselībai) nozīmē arī spēju efektīvāk darboties savā profesijā. Lai arī IKT lietotāja saskarne kļūst arvien vienkāršāka un lietotājam draudzīgāka, zināmas prasmes ir nepieciešamas pat vienkāršāko darbību veikšanai.

Dažādu tehnisko līdzekļu (datortehnika, internets, mobilie sakari, u.c.) pilnvērtīgai izmantošanai ir liela nozīme mācību procesa kvalitātes paaugstināšanai un pievilcības palielināšanai. Ieviešot IKT visu programmu/kursu/priekšmetu apgūvē, rodas iespēja izmantot visas tehnoloģiskās priekšrocības: savienot multivīdē tekstu, trīsdimensiju grafiku, nekustīgu un kustīgu attēlu, audio un videomateriālus; veidot testus, kas atbilst to cilvēku spējām, kuri mācās; dažādot mācību valodu, un tml. Īpaša ir interneta loma, nodrošinot mācību un metodisko līdzekļu tehnoloģisko un informatīvo pieejamību, interaktīvu mācību procesu – mācību materiālus, konsultācijas pie pedagogiem, kontroluzdevumus. Internets ir lieliska vide, lai organizētu interešu tīklus, diskusiju grupas formālai un neformālai pieredzes apmaiņai neatkarīgi no to dalībnieku fiziskās atrašanās vietas.

Interneta aktīva izmantošana nodrošina e-mācību iespējas, izmantojot distances procesus – mācību procesa vadību attālinātiem mācību procesa dalībniekiem, grupu darbu, ziņojumus, testus, u.c. Tehnoloģijas dod iespēju dažādot mācību procesu, padarot to pieejamu ikvienam atbilstoši viņa vēlmēm un iespējām. Paplašinot tradicionālās mācību iespējas koledžās un universitātēs, lielās un mazās, valsts un privātās mācību iestādēs tīkla vide ļauj

savienot e-mācības ar tradicionālajām mācību programmām bez strikta mācību kursu standarta noteikšanas un ļaujot katram izvēlēties sev piemērotāko formātu. Tas attiecas kā uz pilna laika mācībām, tā arī uz atsevišķiem kursiem (semināriem, programmām utt.), specializētiem kursiem kvalifikācijas celšanai vai daļu no kopējās programmas (5, 10. lpp.).

Internetam un multimediju saturam ir arvien lielāka nozīme mācību procesā un parādās arvien jauni lietojumi. Piemēram, Google Maps ir neatsverams līdzeklis ģeogrāfijas apgūšanā, kas ļauj satelītattēlu izskatā aplūkot jebkuru planētas virsmas vietu. Šogad Google ir gājis vēl tālāk, un pievienojis ielas skatījumu, kas ļauj lietotājam virtuāli atrasties jebkurā lielāko ASV pilsētu punktā un aplūkot pilsētu no neskaitāmiem skatu punktiem. Attēlā 1.1. redzams paraugs šim skatījumam. Jāatzīmē arī ka šis lietojums ir diezgan prasīgs pret datu pārraidi un lēnu pieslēgumu īpašniekiem var nākties gaidīt pilnu attēla ielādi.



1.1 att. Google maps ielas skatījums

Tāpat internetā atrodamas salīdzinoši plašas bibliotēkas, kur pieejamas ne tikai ieskanētas papīra grāmatas, bet arī interaktīvas šo grāmatu versijas ar papildus iespējām un kvalitātēm. Labs piemērs ir <http://wlym.com/drupal/>, kur multimediju formātā ir pieejami

Keplera, Fermā un Gausa darbi. Tāpat jāatzīmē daudzās tiešsaistes enciklopēdijas, sākot no klasiskajām *Encyclopedia Britanica* vai *Encyclopedia Smythsonian* un beidzot ar amatierisko Wikipedia, kas pēdējā laikā guvusi grandiozu popularitāti no entuziastu puses. Kā piemēru par Wikipedia autoru operativitāti var minēt faktu, ka 3. minūtes pēc 2008. gada pasaules hokeja čempionāta finālspēles visas šim pasākumam veltītās Wikipedia lapas jau atspoguļoja šo rezultātu.

1.3.3. e-Business

Viens no plašākajiem interneta pielietojumiem mūsdienās ir tieši elektroniskā komercija. Neskaitot tādas nepievilcīgas izpausme kā mēstules, dažādas piramīdu shēmas un citi krāpniecības veidi, internets kā biznesa vide ir ļoti pievilcīgs uzņēmējiem. Tas ļauj iegūt milzīgu auditoru un potenciālo klientu loku bez lieliem kapitālieguldījumiem. Arī lietotāji pamazām sāk vairāk uzticēties internetam un veic komercdarbību internetā. Tabulā 1.1. var redzēt mērķus, kādiem iedzīvotāji izmanto internetu. Ja absolūtais līderis ir e-pasts, kas ir loģiski, tad tālāk seko dažādi ar e-komerciju saistīti lietojumi, kā preču un pakalpojumu meklēšana, internetbanka, ar ceļojumiem un naktsmītnēm saistīta informācija utt.

1.1. tabula

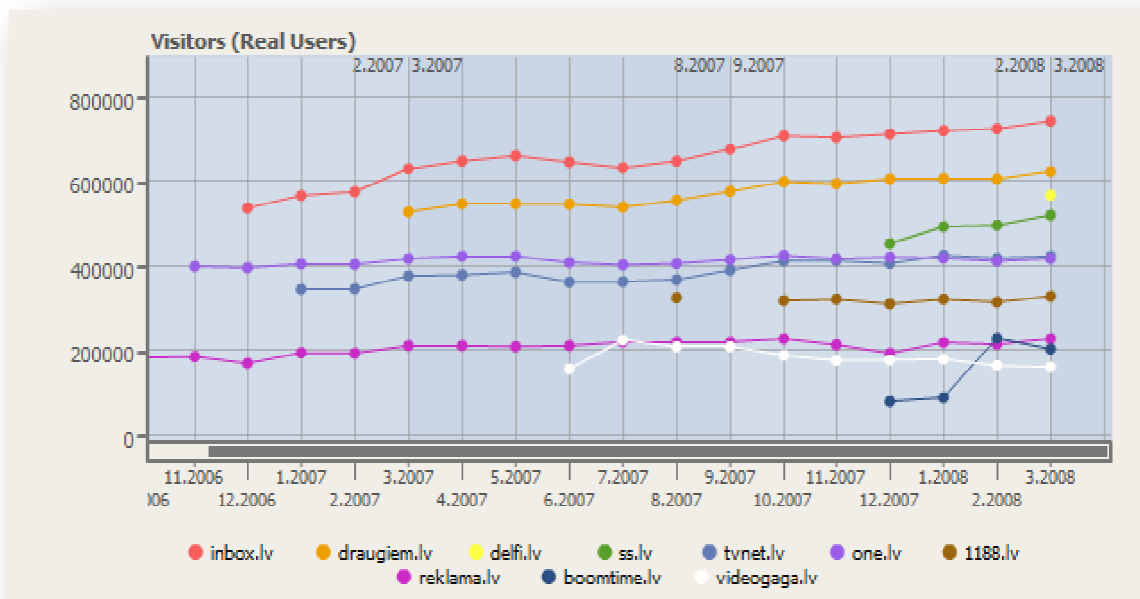
Iedzīvotāju interneta izmantošanas mērķi 2007. gadā procentos (9)

	No iedzīvotāju kopskaita	No Interneta lietotājiem
E-pasta lietošana	46.4	83.7
Informācijas meklēšana par precēm un pakalpojumiem	39.4	71.1
Tērzēšana ('čats' u.c.)	28.2	50.8
Interneta Banka	27.8	50.2
Spēļu spēlēšana, attēlu, filmu vai mūzikas lejupielāde	26.6	47.9
Radio klausīšanās/ televīzijas skatīšanās internetā	20.1	36.3
Telefona sarunas, izmantojot internetu	18.1	32.5
Avižu un žurnālu lasīšana tiešsaistē vai lejupielāde	18	32.5

Ar ceļojumiem un naktsmītnēm saistītu pakalpojumu izmantošana	17.9	32.2
Publisku institūciju mājas lapās piedāvātās informācijas iegūšana	17	30.6
Informācijas meklēšana par izglītības iespējām		28.7
Ar veselību saistītas informācijas meklēšana	11.2	20.1
Programmatūras lejupielāde	10.5	18.9
Darba meklēšana vai darba pieteikuma nosūtīšana	9.5	17.1
Oficiālo veidlapu lejupielāde	7	12.6
Aizpildītu veidlapu nosūtīšana	5.5	10
Izglītošanās tiešsaistē		10
Konsultēšanās internetā saistībā ar mācībām		9.8
Preču un pakalpojumu pārdošana	1.8	3.2

Jāpiemin internetbanku lielā popularitāte Latvijā, kas liecina par faktu, ka vismaz bankām iedzīvotāji uzticas un nevilcinās veikt darījumus ar saviem baku kontiem interneta vidē. Lai arī laiku pa laikam parādās raksti par kādiem krāpniecības mēģinājumiem un pieejas kodu zagšanas gadījumiem, nopietni incidenti nav notikuši un nav informācijas par lielu naudas summu izkrāpšanu. Šāda stabilitāte vairo lietotāju uzticību arī citiem e-pakalpojumiem un veicina e-komercijas attīstību.

Nozīmīgu daļu interneta lietojumos ieņem dažādi sludinājumu portāli, kas ļauj iedzīvotājiem izvietot privātos sludinājumus, kā arī veikt meklēšanu un sludinājumu atlasīšanu. Tā ir ļoti nozīmīga priekšrocība pret tradicionālajiem sludinājumu medijiem, kur jebkādas meklēšanas un grupēšanas iespējas ir izslēgtas, kas ļauj būtiski ietaupīt laiku. Attēlā 1.2. redzam, ka sludinājumu portāli ss.lv un reklama.lv ieņem attiecīgi 5. un 8. vietu starp Latvijas populārākajiem portāliem.



1.2. att. Latvijas populārāko interneta portālu apmeklējuma statistika (13)

Tāpat arī interneta veikalu popularitāte turpina augt, kas izskaidrojams ar cenu atšķirību – to īpašniekiem nav nepieciešams uzturēt dārgas veikalu telpas un lielu pārdevēju štatu, kas ļauj likt mazāku uzcenojumu precēm. Bieži gan nākas saskarties ar gadījumiem, kad uzņēmēji atver interneta veikalu, kas ir salīdzinoši vienkārši, taču nespēj tikt galā ar apkalpošanu, garantijas saistībām un citām pēcpārdošanas lietām, kā rezultātā ir spiests veikalu slēgt. Taču ir izkristalizējušies vairāki pietiekoši nopietni komersanti, kas darbojas jau vairāk nekā 6. gadus un ir pietiekoši uzticami. Tāpat beidzot ir parādījušies vairāki cenu salīdzināšanas portāli, kas ļauj atrast labāko piedāvājumu konkrētai precei, neapstaigājot vairākus simtus lapu – to jūsu vietā izdara robots un uzkrāj informāciju savā datubāzē. Šobrīd populārākie ir www.salidzini.lv un www.cenugids.lv

1.3.4. e-Veselība

E-Veselības tehnoloģiskie risinājumi dod iespējas pacientiem daudz efektīvāk komunicēt ar veselības aprūpes iestādēm, veicina veselības iestāžu un darbinieku savstarpējo komunikāciju, kā arī nodrošina pacientu savstarpējo komunikāciju, tādējādi uzlabojot ne vien sniegto veselības aprūpes pakalpojumu kvalitāti, bet arī ietaupot pacientu laiku un resursus. Saskaņā ar Latvijas Republikas Veselības ministrijas sniegto informāciju, E-veselības vispārīgie mērķi ir:

- Uzlabot veselības stāvokli veicinot indivīda kontroli pār savu veselību (sniedzot indivīdam pieeju saviem veselības aprūpes datiem);
- Paaugstināt veselības aprūpes efektivitāti, nodrošinot veselības aprūpes pakalpojumu sniedzējiem ātru pieeju nepieciešamajiem pacienta veselības aprūpes datiem;
- Izmantojot telemedicīnas risinājumus, nodrošināt augsti kvalificētu ārstu konsultāciju pieejamību reģionos;
- Nodrošināt iespēju veselības aprūpes politikas noteikšanu, plānošanu, realizāciju un kontroli balstīt uz kvalitatīvu informāciju par esošo situāciju veselības aprūpē;
- Nodrošināt veselības aprūpes datu ticamību un drošību (2, 30-33. lpp.).

Situāciju sarežģī tas, ka medicīniskie dati ir komplicēti, sensitīvi, savstarpēji saistīti un tiem ir liela atbildības slodze. Katra ārstniecības iestāde ir autonoma. Gan attiecībā uz to, kā ārstē, gan to kā uzkrāj datus, gan to kā savēl galus kopā. Viens un tas pats nosaukums var nozīmēt dažādas lietas dažādās medicīnas vai farmaceitiskajās iestādēs. Tādēļ, lai nodrošinātu e-medicīnas pakalpojumus ir jāvienojas par datu apmaiņas standartu. Pasaulē pastāv vairāki starptautiski lietoti datu apmaiņas standarti medicīniskajai informācijai:

- HL7. Vēsturiski vissenākais, līdz ar to visplašāk lietotais standarts. Tiek veidots un attīstīts ASV, tomēr pastāv virkne Eiropas valstu, kurās ir HL7 darba grupas. Standarts reizēm tiek uzskatīts par *de facto* starptautisko datu apmaiņas standartu medicīniskajai informācijai.
- EN 13606. Standartu veido Eiropas savienības tehniskā komiteja (*Technical Commitee*) CEN/TC 251 ar mērķi šo standartu nākotnē apstiprināt kā starptautisku standartu.. Sastāv no 5 daļām, kas kopumā salīdzinoši pilnīgi apraksta galvenos elektroniskās veselības kartes informācijas aprites aspektus. Līdzīgi kā openEHR, izmanto arhitipa definīciju un stipri ietekmējas arī no HL7.
- DICOM. *De Facto* standarts medicīnisko attēlu aprītē, lai arī specifikācija pieļauj daudz plašāku tā lietojumu.
- IHE (gan RID, gan XDS). Industrijas iniciatīvas (tulkojot „Integrēts Veselības aprūpes uzņēmums”) lietot ebXML dokumentu repozitoriju veselības informācijas uzkrāšanai un apmaiņai.

- OpenEHR. Austrālijas iniciēta starptautiska, iniciatīva, kas pirmo reizi definēja jēdzienu par medicīniskā dokumenta arhītu, līdz ar to būtiski paplašina HL7 standarta lietošanas semantiku. Proti, dažādas sistēmas var nosūtīt datus viena otrai, un to jēgu nosaka specificētais arhīts. Nav nepieciešami papildus dokumenti vai specifikācijas starp katrām divām iestādēm, lai veiktu datu apmaiņu

Ir nepieciešama pakalpojumu integrācija, kas pamatots uz veselības aprūpes notikumiem. Šobrīd pacientam nākas daudzkārtīgi apmeklēt dažādas veselības aprūpes iestādes, lai saņemtu veselības aprūpes pakalpojumus. Piemēram, vispirms pacients apmeklē ģimenes ārstu, kurš norīko pacientu pie speciālista. Pacientam jāinteresējas par speciālista pieņemšanas laiku un jāpierakstās pie šī speciālista. Šāds scenārijs patlaban pacientam prasa vairākas reizes kontaktēties ar vienu vai vairākām veselības aprūpes iestādēm. Pakalpojumiem būtu jābūt piemērotiem tipveida veselības aprūpes situācijām un saņemamiem vienā vietā, pat ja to sniegšanā ir iesaistītas vairākas struktūrvienības vai organizācijas. Iedzīvotājiem būtu jābūt iespējai pieteikt vizīti pie ārsta gan izmantojot interneta mājas lapu, gan telefoniski, gan personīgi veselības aprūpes iestādē.

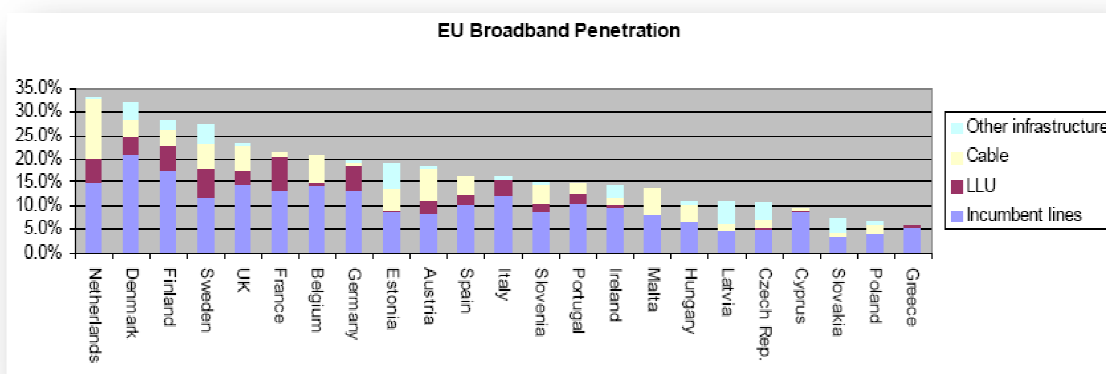
Nākotnes veselības aprūpei būtu jāsniedz katram Latvijas iedzīvotājam iespēja operatīvi iegūt informāciju par savu veselību, iespējamajiem draudiem veselībai, diagnozi, iespējamo ārstēšanu, izmantojot sev ērtu kanālu – internetu, telefonu, mobilos sakarus vai personīgi. Svarīgi arī, ka informācija par pacienta veselību un slimību vēsture tiek glabāta droši un ir pieejama tikai autorizētiem lietotājiem, kā arī tā ir kvalitatīva un viennozīmīga. Pacients saņem augstas kvalitātes veselības aprūpes pakalpojumus, ko nodrošina veselības aprūpes profesionāļu operatīva savstarpēja komunikācija, ietverot gan operatīvo informāciju par pacienta patreizējo stāvokli (telemedicīna), gan iepriekšējo slimības vēsturi, gan regulāri papildinot savas profesionālās zināšanas un prasmes, izmantojot regulāri atjauninātas, augstas kvalitātes zināšanu bāzes un starptautiskos veselības aprūpes tīklus.

1.4. Platjoslas piekļuve

Būtisks faktors visu uzskaitīto e-pakalpojumu ieviešanai ir platjoslas piekļuves un pieejamības jautājums – ja iedzīvotājiem nav pieejas tīklam, e-pakalpojumi tiem nav vajadzīgi. Lielākajai daļai no aprakstītajiem lietojumiem ir augstas prasības pret sakaru kanālu

kvalitāti un caurlaides spēju. Vienīgā joma, kas var iztikt ar salīdzinoši zemiem datu pārraides ātrumiem ir e-komercija, jo lielākā daļa lietojumu balstīta uz pārlūkprogrammas lietošanu un vienkāršām tīmekļa lapām. Lai gan arī šajā jomā parādās lietojumi ar augstākām prasībām, kā, piemēram, mūzikas un video tirdzniecības portāli, kur iespējams iegādāties albumus un filmas, kas ir diezgan apjomīgi datu faili. Pie tam daudziem lietojumiem, kā piemēram telemedicīnai, ir nepieciešami tiešsaistes kanāli, kas nodrošina augstus kvalitātes parametru un pieļauj lielu datu apjomu straumēšanu bez aizturēm un pakešu zudumiem.

Latvijā internetu lieto aptuveni 50,5% iedzīvotāju (1,136 milj.), taču lielākā daļa šo lietotāju dzīvo Rīgā vai tās tuvumā (470 tūkst jeb 61% iedzīvotāju) vai lielajās pilsētās (176 tūkst. jeb 44% iedzīvotāju). Laukos internetu lieto mazāk nekā 30% iedzīvotāju. Interneta piekļuvei tiek izmantoti aptuveni 100 tūkst. pastāvīgo pieslēgumu, no kuriem 72% ierīkoti Rīgā. (9)



1.3. att. Platjoslas pieejamība Eiropas valstīs 2007. gada sākumā (21)

Kā redzams att. 1.3., platjoslas pieejamība Latvijā ir 10,5%, kas ir zemāks par Eiropas vidējo rādītāju 14,1%, nerunājot par augstākajiem rādītājiem, kā Nīderlandei vai Dānija. Salīdzinot platjoslas pieejamību ar interneta lietošanas datiem, var secināt, ka lielākā daļa interneta lietotāju Latvijā nelieto platjoslas pakalpojumus, vai arī lieto internetu ārpus mājas – darbā, mācību iestādē, publiskajā interneta pieejas punktā.

Lai nodrošinātu iedzīvotājiem pieeju e-pakalpojumiem, ir jāveic nopietna komunikāciju infrastruktūras izbūve, īpaši mazapdzīvotajos lauku reģionos ar salīdzinoši nelielu iedzīvotāju blīvumu, kur situācija šobrīd ir viskritiskākā. Jāatzīmē arī, ka šajos

reģionos esošo kabeļtīklu situācija ir bēdīga un nav iespēju padot modernus platjoslas pakalpojumus. Vienīgais fiksētā telekomunikāciju tīkla operators Lattelecom uzskata investīcijas mazapdzīvotajos reģionos par nerentablām un neveiks esošo kabeļtīklu modernizāciju, savukārt jebkuram citam operatoram investīcijas būtu daudz lielākas, jo tīklu izbūve būtu jāsāk no nulles. Vienīgā alternatīva, kas ļautu nodrošināt visus Latvijas iedzīvotājus ar kvalitatīviem pakalpojumiem un nepieļautu digitālās plaisas veidošanos, ir bezvadu tīkli.

Arī citur pasaulē vērojama tendence nodrošināt mazapdzīvotus reģionus ar bezvadu tehnoloģiju palīdzību. Labs piemērs ir TeliaSonera Somijā, kas gatavojas līdz 2009. gada beigām aizvietot 53000 fiksētās telefona līnijas lauku reģionos ar bezvadu pakalpojumu, kas ļaus klientiem ne tikai lietot balss telefoniju, bet arī platjoslas datu pārraidi (24). Kompānijas eksperti ir atzinuši, ka šo līniju uzturēšana izmaksā pārāk dārgi un ir ekonomiski pamatoti ieviest bezvadu risinājumu.

2. BEZVADU TĪKLI

Bezvadu tīkli ir pārraides sistēmas, komutācijas un maršrutēšanas iekārtas un citi resursi, kas, neatkarīgi no pārraidītās informācijas veida, ļauj pārraidīt signālus, izmantojot radioviļņus, optiskos vai citus elektromagnētiskos līdzekļus. Pie šādiem tīkliem var tikt pieskaitīti fiksētie bezvadu telekomunikāciju tīkli, mobilie zemes sakaru tīkli, satelītu tīkli, radio un televīzijas signālu izplatīšanas tīkli. Pēc sistēmu realizācijas izšķir fiksētos bezvadu tīklus, kur raidītājs un uztvērējs ir stacionāri un nevar tikt pārvietoti, un mobilos, kur klienta iekārta var brīvi pārvietoties tīkla pārklājuma sniedzamības robežās, nezaudējot spēju raidīt un saņemt datus. Zemes, jeb terastriālie tīkli izmanto raidītājus, kas atrodas uz zemes, atšķirībā no satelītu tīkliem, kur viens no komunikācijas gala punktiem atrodas uz zemes mākslīgā pavadoņa. Pēc komunikācijas veida tīklus var iedalīt vienvirziena komunikācijas tīklos, piemēram, radio un televīzijas apraides tīkli, un divvirzietu komunikācijas tīklos, kādi ir datu pārraides vai balss sakaru tīkli. Šajā darbā tiks apskatīti fiksētie un mobilie terastriālie datortīkli, kas nodrošina divvirzietu datu pārraidi, kā, piemēram, interneta piekļuve.

2.1. *Bezvadu tīklu darbības principi*

Bezvadu tīkli izmanto elektromagnētiskos viļņus, lai nogādātu informāciju no viena punkta otrā, neizmantojot fizisku nesēju. Radio viļņi tiek dēvēti arī par radio nesējiem, jo tie izpilda informācijas piegādes funkciju. Ar īpašu modulācijas algoritmu palīdzību pārraidāmā informācija tiek uzlikta uz radio nesēja un uztverošajā galā attiecīgi nolasīta.

2.1.1. Nesējs

Tradicionālajos radio sakaros tiek izmantots viens nesējs jeb nesējfrekvence, kurā arī notiek datu pārraide, izmantojot šauru joslu, t.i., izstarojot ēterā signālu ar spektra platumu apm. 10% no nesošās frekvences lieluma (dažādiem radio diapazoniem 12,5 – 250 kHz), turklāt izstarotā spektra minimālais platumš tieši atkarīgs no informācijas pārraides ātruma. Diemžēl šāda metode nav īpaši droša, jo ir jūtīga pret dažāda veida traucējumiem – fiziskiem šķēršļiem vai elektromagnētiskajiem izstarojumiem šajā frekvencē. Tādēļ mūsdienās tiek izmantotas plašas joslas pārraides tehnoloģijas, kur informācijas pārraidei nepieciešamā enerģija pēc īpašas likumsakarības tiek sadalīta daudz plašākā frekvenču joslā (desmitus – simtus reižu), kā prasa pārraide parastā kanālā. Signālu iegūšanai tiek izmantotas divas

metodes: tiešās secības (*Direct Sequence Spread Spectrum – DSSS*) un frekvenču lēcieni (*Frequency Hopping Spread Spectrum – FHSS*).

FHSS gadījumā visu spektru sadala apakškanālos. Uztvērējs un raidītājs katras dažas milisekundes sinhroni pārslēdzas uz dažādām nesēja frekvencēm atbilstoši algoritma noteiktajai pseidogadījuma secībai. Tikai tas uztvērējs, kas “zin” secību, var pareizi pieņemt šo sūtījumu. Paredzēts, ka citas sistēmas, kas darbojas tajā pašā frekvenču diapazonā, izmanto citu secību, tādēļ praktiski netraucē viena otru un ignorē šaurjoslu traucējumu nomāktos kanālus. Ja kādā gadījumā raidītāji cenšas vienlaicīgi izmantot vienu un to pašu frekvenci, paredzēts pieļaujamo sadursmju atļaujas protokols, kad raidītājs atkārtoti cenšas nosūtīt datus pa secībā nākamo frekvenci.

DSSS metodē diapazons sadalīts apakškanālos, kurus var izmantot vienlaicīgi un neatkarīgi vienu no otra vienā teritorijā. DSSS sistēmu darbības princips ir šāds: pārraidāmajā radiosignālā pievieno pārpalikumu, katru informācijas bitu novadot vienlaicīgi vairākos frekvenču kanālos, tādējādi DSSS sistēmās principiāli nepieciešama daudzjoslas izmantošana. Ja kādā (vai vairākos) kanālā rodas traucējumi, sistēma nosaka datu pareizību, izvēloties maksimālu daudzumu vienādu plūsmu.

2.1.2. Modulācija

Modulācija ir nesējsignāla izmaiņas process, ar mērķi pārraidīt informāciju. Klasiskās analogās modulācijas shēmas ir bāzētas uz nepārtrauktām nesējfrekvences sinusoīdas izmaiņām, kur modulācija izmaina vienu no trijiem parametriem – frekvenci, amplitūdu vai signāla fāzi. Signāla modulācija ļauj izmantot pārraides vidi vairākiem lietotājiem vienlaicīgi, kā arī pārveido signālu atbilstoši pārraides mēdijam.

Modulācijas shēma tiek izvēlēta atkarībā no kanāla kapacitātes, jaudas efektivitātes un joslas platuma. Jaudas efektivitāte tiek noteikta, mērot bitu kļūdu (*Bit Error Rate – BER*) daudzumu pie noteiktas jaudas. Modulācijas efektivitāti nosaka spēja sasniegt noteiktu kanāla kapacitāti pie ierobežota spektra joslas platuma.

Izšķir šādas analogās modulācijas shēmas:

- Leņķa modulācijas

- Fāzes modulācija
- Frekvences modulācija
- Amplitūdas modulācija
 - Vienas sānu joslas modulācija (*Single-sideband modulation – SSB*)
 - Rudimentārās sānu joslas modulācija (*Vestigial-sideband modulation – VSB*)
- Sigma-delta modulācija

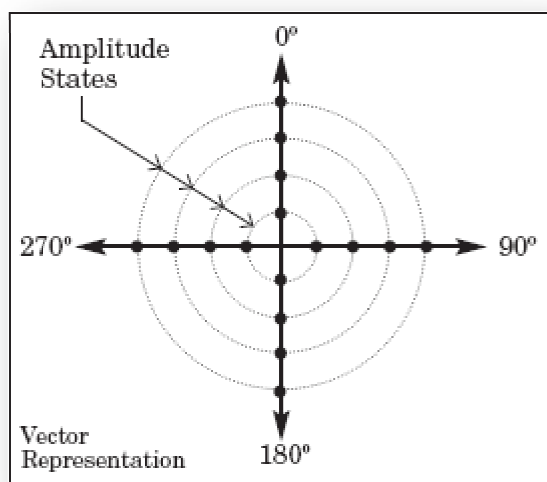
Modernās modulācijas shēmas izmanto ciparu metodes un ir daudz efektīvākas par analogajām. Analogais signāls tiek digitalizēts jeb pārvērsts ciparu formā un tad modulēts izmantojot speciālus kodus. Jebkura ciparu modulācijas shēma izmanto galīgu skaitu atšķirīgu signālu datu reprezentācijai:

- PSK (*Phase shift keying*) tiek izmantots noteikts fāzu skaits;
- FSK (*Frequency shift keying*) tiek izmantots noteikts frekvenču skaits;
- ASK (*Amplitude shift keying*) tiek izmantots noteikts skaits amplitūdu.

Katrai fāzei, frekvencei vai amplitūdai tiek piešķirta unikāla bitu secība. Vienkāršākajās shēmās tiek izmantoti tikai divi stāvokļi (*On-off keying – OOK*), kas ļauj kodēt tikai vienu informācijas bitu, kura vērtība var būt 1 vai 0. Sarežģītākajās modulācijas shēmās dati tiek grupēti un izmantotas vairākas fāzes, amplitūdas vai frekvences vērtības, kas ļauj kodēt lielāku informācijas apjomu vienlaicīgi.

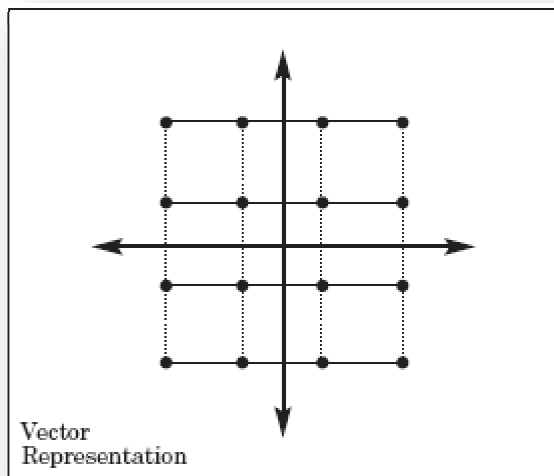
Visai plaši tiek izmantotas dažādas fāzes nobīdes kodēšanas metodes, piemēram, BPSK (*Binary phase shift keying*), kas nodrošina labu veiktspēju pie zemas signāla trokšņa attiecības. BPSK tiek lietota fāzes inversija (fāzes nobīde par 180°), kas ir viegli uztverama un neprasa komplicētu aparatūru. Vēsturiski BPSK ļāva jūtami uzlabot veiktspēju bez lielām investīcijām aparatūrā un tika plaši pielietots, piemēram, lētu peidžinga ierīču vajadzībām. Vēl jāatzīmē QPSK (*quartenary phase shift keying*), kur tiek pielietota 90° fāzes nobīde, kas ļauj iegūt četrus loģiskos stāvokļus, tādējādi palielinot pārraides ātrumu divas reizes, salīdzinot ar BPSK, taču sarežģījot uztveršanas aparatūru. Pastāv arī 8PSK sistēmas, ar astoņiem loģiskajiem stāvokļiem.

Lai iegūtu vēl lielāku pārraides ātrumu, QAM (*Quadrature amplitude modulation*) tiek vienlaicīgi izmantoti gan fāzes nobīdes, gan amplitūdu līmeņi. Sistēmai ar četriem iespējamām fāzes nobīdes stāvokļiem un četriem amplitūdas stāvokļiem ir sešpadsmit loģiskie stāvokļi (16QAM). Att. 2.1. redzams, ka zemākas amplitūdas stāvokļi atrodas daudz tuvāk vien pie otra, nekā augstākas amplitūdas stāvokļi. Tādējādi signāla-trokšņa attiecība iekšējiem stāvokļiem ir zemāka nekā ārējiem.



2.1. att. 16QAM ar četriem fāzes nobīdes stāvokļiem un četriem amplitūdas stāvokļiem (16)

Lai to novērstu, tiek izmantotas fāzes nobīdes, kas nav precīzi 0/90/180/270 grādi un amplitūdas vērtības tiek izvēlētas tā, lai iegūtu kvadrātisku diagrammu polāro koordinātu sistēmā, kas redzama att. 2.2. Tā rezultātā tiek iegūta maksimāla signāla-trokšņa veiktspēja.



2.2 att. Tipisks 16QAM ar vienādiem attālumiem starp loģiskajiem stāvokļiem (16)

QAM, atšķirībā no PSK, ir lineārā sistēma, kas padara to labāk piemērotu pielietojumam fiksētās bezvadu sistēmās, kur nepieciešams maksimizēt datu pārraides ātrumu un iespējams kontrolēt traucējumus. Savukārt PSK modulācijas ir vairāk piemērotas mobilajām komunikācijām.

2.1.3. Kanāla pieejas metodes

Lai vienlaicīgi izmantotu komunikāciju kanālu vairākiem mērķiem vai lietotājiem, nepieciešamas metodes pieejas dalīšanai. Kā vienu no vienkāršākajām var minēt frekvenčdales metodi (*Frequency Division Multiple Access – FDMA*), kur pieejas dalīšana notiek ar dažādu nesējfrekvenču apakškanālu piešķiršanas palīdzību. Vēl pastāv laikdales (*Time Division Multiple Access – TDMA*) sistēmas, kur katram lietotājam tiek izdalīti noteikti laika intervāli (*timeslot*), kuros var notikt pārraide.

Izvērstā spektra (*Spread-spectrum*) metodes, kā jau pieminētās DSSS un FHSS, pieskaitāmas pie komplikētākām pieejas dalīšanas metodēm, kur ir mainīgs pārraides kanālu skaits, kas izvērsts plašā spektra joslā. Viena no efektīvākajām izvērstā spektra metodēm ir CDMA (*Code division multiple Access*), kas kodē pārraidāmos datus ar īpašu kodu, kas ir atšķirīgs katram kanālam. Tādējādi maksimālais kanālu skaits nav stingri noteikts, kā TDMA vai FDMA sistēmās, taču jāreķinās ar iespējamajiem pārraides traucējumiem visos kanālos, ja lietotāju skaits ir lielāks par sistēmas kapacitāti (15).

Lokālajos datu pārraides tīklos, kā ethernet vai WiFi, tiek lietota nesēja jušanas daudzpieejas (*Carrier Sense Multiple Access – CSMA*) metode, kur katrs raidītājs, pirms uzsākt pārraidi, pārlicinās vai nesējs nav jau aizņemts. Šāda sistēma gan nav spējīga pasargāt no vienlaicīgas raidīšanas pilnībā, taču ir metodes, kas ļauj minimizēt sadursmju kaitīgo efektu.

CSMA/CA (*Carrier Sense Multiple Access With Collision Avoidance*) gadījumā, katra stacija pirms raidīšanas ar īpašu signālu informē pārējās par vēlmi uzsākt pārraidi, kas novērš sadursmes, jo visi raidītāji ir informēti par gaidāmo pārraidi pirms tā ir sākusies. CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access With Collision Detection*) raidītāji ir spējīgi noteikt sadursmes notikumu un uzreiz pārtraukt raidīšanu. Diemžēl CSMA/CD metode nav pielietojama bezvadu tīklu gadījumā.

2.1.4. Kļūdu atklāšana un labošana

Daudzpieejas vidē, kā radio ēters, jāreķinās ar iespējamiem traucējumiem, trokšņiem un to rezultātā notiekošām kļūdām. Kļūdu atklāšana un novēršana ir ļoti svarīgs process, kam ir nozīmīga ietekme uz pārraides efektivitāti. Jāņem vērā, ka kļūdu labošanas mehānismi var būt visai komplikēti un prasīt papildus procesora jaudas, tādēļ reizēm pietiekoša ir vienkārša kļūdu atklāšana ar automātiskās atkārtošanas pieprasījumu (*Automatic resend request – ARQ*).

Viena no vienkāršākajām kļūdu atklāšanas shēmām ir atkārtošanas metode. Pārraidāmie dati tiek sadalīti grupās un katra grupa tiek sūtīta noteiktu skaitu reižu. Piemēram, ja jānosūta „1101”, tas tiek izdarīts trīs reizes, kā „1101 1101 1101”. Ja uztvērējs saņem teksim „1101 1001 1101”, ir skaidrs, ka notikusi kļūda, jo viena no bitu grupām neatbilst parējām. Šī metode var radīt problēmas, ja kļūda notiek visās grupās vienlaicīgi („1001 1001 1001” tiktu uzskatīta par korektu pārraidi iepriekš minētajā piemērā), taču ir ļoti vienkārša un īstenošana neprasa lielus līdzekļus.

Sarežģītākas kļūdu noteikšanas metodes izmanto pārības pārbaudes (*parity check*). Lai konstatētu kļūdu masīvā, pirms tā pārsūtīšanas masīvam pievieno pārības bitu tā, lai kopumā būtu, piemēram, pāra skaits vieninieku. Ja masīva pārsūtīšanas rezultātā rodas kļūda vienā bitā, tad mainās vieninieku skaits, ko viegli atklāt. Galvenā problēma ar pārības pārbaudēm ir

spēja noteikt tikai atsevišķu bitu kļūdas. Ja kļūdaini ir divi vai vairāki biti, pārības pārbaude var uzrādīt korektu vieninieku skaitu, lai gan patiesībā dati ir kļūdaini.

Pārbaude ar ciklisko dublēšanu (*Cyclic redundancy check – CRC*) ir salīdzinoši precīzāka un drošāka. Tās pamatā ir datagrammai pievienota vērtība, ko sastāda īpašā veidā izkalkulēts skaitlis – kontrolsumma. To pievieno raidošā ierīce pirms pārraides. Uztvērējs izkalkulē attiecīgo vērtību vēlreiz un salīdzina ar saņemto. Ja šīs vērtības sakrīt, dati ir pareizi.

Bez kļūdu noteikšanas metodēm pastāv arī kļūdu labošanas procedūras, kas parasti balstītas uz informācijas kodēšanu ar dublējošas informācijas pievienošanu, kas ļauj uztvērējam, nepieciešamības gadījumā, veikt kļūdu korekciju.

2.2. Frekvenču joslas

Radiofrekvenču spektrs ir ierobežots un nav bezgalīgs, sakarā ar ko katrā valstī ir izstrādāta likumdošana un noteiktas atbildīgās organizācijas, kas nodarbojas ar frekvenču lietošanas tiesību piešķiršanu un uzraudzību. Šo organizāciju darbība balstās uz vietējo likumdošanu, Starptautiskās telekomunikāciju savienības (*International Telecommunications Union – ITU*) radio reglamentu, Eiropas pasta un telekomunikāciju administrācijas apspriedes (*European Conference of Postal and Telecommunications Administrations – CEPT*) lēmumiem un rekomendācijām, kā arī Eiropas radiokanālu plāna un Eiropas standartiem, kas visi ir jāņem vērā, piešķirot frekvenču lietošanas tiesības. Latvijā ar radiofrekvenču spektra pārvaldīšanu nodarbojas Elektronisko sakaru direkcija, savukārt ar operatoru licencēšanu - Sabiedrisko pakalpojumu regulēšanas komisija.

Nelicencētie, jeb koplietošanas diapazoni, pamatā paredzēti plaša patēriņa, sadzīves radioiekārtu, citu mazas jaudas, neliela attāluma radioiekārtu un/vai rūpnieciskiem, zinātniskiem, medicīniskiem (*ISM – Industrial, Scientific, Medical*) nolūkiem pielietojamu radioviļņus izstarojošu iekārtu darbam. Radioiekārtas koplietošanas frekvenču diapazonos nedrīkst radīt radio traucējumus citu radioiekārtu darbam un tām ir jāsamierinās ar citu radioiekārtu radītiem radio traucējumiem – sekundārs statuss. Izmantojot šo diapazonu, jāņem vērā, ka netiek nodrošināts garantēts datu pārraides ātrums, pieļaujamā kļūdu varbūtība un sakaru kvalitāte. Eiropā un Latvijā šādi diapazoni ir divi – 2,4 GHz, kas paredzēts iekštelpu lietošanai, ar maksimālo jaudu 100 mW un 5,4 GHz, ar maksimālo jaudu 1 W.

Darbībai jebkurā citā frekvencē uzņēmumam ir jāsaņem atļauja no atbildīgajām valsts institūcijām un jāsaņem uzstādāmās aparatūras veids, starošanas jauda, virziens un frekvence. Bez tam uzņēmumam jābūt licencei darboties konkrētajās frekvencēs, kā arī izmantojamai aparatūrai jābūt atbilstoši sertificētai.

2.3. Bezvadu tīklu veidi

Vēsturiski tīklus mēdz klasificēt pēc to ģeogrāfiskā izvietojuma un izmēra. Galvenie tīklu tipi šādā klasifikācijā ir:

- Plaša mēroga tīkli (*Wide Area Network – WAN*), kas aptver plašas teritorijas un savieno lielu skaitu datoru;
- Pilsētīkli (*Metropolitan Area Network – MAN*), kas aptver lielus, ģeogrāfiski nodalītus reģionus, kā, piemēram, kādu konkrētu pilsētu vai uzņēmuma teritoriju;
- Lokālie tīkli (*Local Area Network – LAN*), ātrdarbīgi, bojājumpiecieietīgi datu tīkli, kas pārklāj relatīvi mazu ģeogrāfisku apgabalu. Pārsvarā savstarpēji savieno personālos datorus, printerus, darbstacijas un citas tīkla iekārtas;
- Personīgie tīkli (*Personal Area Network – PAN*), mazu attālumu personīgas lietošanas tīkli, kas paredzēti dažādu ierīču, kā telefons, dators, printeris, savienošanai konkrētas personas vajadzībām.

Parasti jebkurš no minētajiem tīklu veidiem var būt izpildīts gan bezvadu, gan arī fizisku kabeļu veidā. Praksē visbiežāk nepastāv tikai vadu vai bezvadu tīkli – tehnoloģijas tiek kombinētas, lai iegūtu maksimālu efektivitāti. Lai gan ir arī izņēmumi, kad pilnībā viss tīkls izbūvēts, balstoties uz vienu tehnoloģiju. Vairumā gadījumu bezvadu tehnoloģija tiek izmantota kā pēdējās jūdzes (sakarū tīkla posms no operatora komutācijas mezgla līdz abonenta gala iekārtai) nodrošinājums.

2.4. Datortīklu standarti

Ar tīklu standartu izstrādi nodarbojas vairākas organizācijas, taču vispasaules atzinību ir guvusi profesionālā asociācijas ar nosaukumu *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE), kuras izstrādātie standarti tiek lietoti lielākajā daļā pasaules. Šobrīd organizācijā ir vairāk nekā 350 000 biedru no 150 valstīm, 311 nodaļas, aptuveni 900 aktīvi IEEE standarti un vairāk nekā 400 izstrādes stadijā. Ar datortīklu standartu izstrādi nodarbojas atsevišķa komiteja, kas sākotnēji saucās „Lokālo tīklu standartu komiteja” (*Local Network Standards Committee*) un kam tika piešķirts projekta numurs 802. Ar laiku šī komiteja ir izaugusi un nodarbojas arī ar MAN tīklu standartu izstrādi. Pašreizējais komitejas nr. 802 nosaukums ir „LAN/MAN Standarts Committee”, un tā ir sadalīta vairākās darba grupās, svarīgākās no kurām redzamas tab. 2.1.

2.1. tabula

IEEE 802 darba grupas (20)

Darba grupa	Darba grupas uzdevumi
802.0	Sponsoru administratīvā komiteja (<i>Sponsor Executive Committee</i>)
802.1	Augsta līmeņa interfeisi (<i>High Level Interface (HLI) Working Group</i>)
802.3	Ethernet darba grupa
802.5	Token ring darba grupa
802.11	Bezvadu LAN (WiFi)
802.15	Bezvadu PAN (802.15.1 – Bluetooth)
802.16	Platjoslas bezvadu pieeja (<i>Broadband Wireless Access</i>) – WiMAX
802.20	Mobilā platjoslas bezvadu pieeja (<i>Mobile Broadband Wireless Access</i>)

2.5. Mobilie tīkli

Atsevišķi jāmin mobilie tīkli, kas sākotnēji tika radīti tikai un vienīgi mobilo balsu komunikāciju vajadzībām. Taču, laikam ejot un tehnoloģijām attīstoties, parādījās arī datu pārraides iespējas. Šobrīd balss un datu tīklu konverģence tuvojas maksimumam – no tehnoloģijas viedokļa nav atšķirības vai datortīklos pārraidīt balsi, vai balsij paredzētajos tīklos – datus. Ja sākotnēji mobilajos tīklos datu pārraide bija tikai kā papildpakalpojums, ar niecīgu datu pārraides ātrumu, tad tagad jaunāko paaudžu mobilie sakari var radīt reālu konkurenci tradicionālajiem platjoslas risinājumiem.

Sākotnējie mobilie tīkli bija pilnībā uz analogajām tehnoloģijām balstīti risinājumi. Kā visvecākie minami nultās paaudzes (0G) radio telefonijas risinājumi, kas pastāv kopš pagājušā gadsimta septiņdesmitajiem gadiem, piemēram, Autoradiopuhelin tīkls Somijā, kas tika palaists 1971.gadā. Astoņdesmitajos gados, attīstoties tehnoloģijām, parādījās attīstītāki risinājumi. Jāmin Nordic Mobile Telephone (NMT) standarts, kas darbojās arī Latvijā. Vēl no 1G standartiem popularitāti ieguva AMPS (*Advanced Mobile Phone System*) un TACS (*Total Access Communications System*).

Otrās paaudzes (2G) mobilajos sakaros jau tiek izmantotas ciparu tehnoloģijas, kas jūtami uzlabo sakaru kvalitāti. Populārākās tehnoloģijas var tikt iedalītas divās grupās – TDMA bāzēti risinājumi un CDMA risinājumi. Lielāko popularitāti pasaulē ir ieguvuši GSM (*Global System for Mobile telecommunications*) tīkli, kas ir izplatīti visā Eiropā un arī lielākajā daļā pasaules. Vēl no TDMA risinājumiem jāmin IDEN (*Integrated Digital Enhanced Network*) un IS-136 jeb D-AMPS, kas pārsvarā tiek izmantoti Amerikā un Āzijā. No 2G CDMA risinājumiem populārākais ir IS-95 jeb cdmaOne.

Lai nodrošinātu ātrāku datu pārraidi, jo, piemēram, GSM tīklā maksimālais ātrums ir 9600bps, tika ieviesti dažādi uzlabojumi un papildinājumi, kas parasti tiek apzīmēti kā 2.5G risinājumi. Galvenā priekšrocība ir pakešu komutācija un lielāks pārraides ātrums. GSM tīklos ir divas metodes HSCSD (*High-Speed Circuit-Switched Data*), kas nodrošina datu pārraides ātrumu līdz 57.6 Kbits/sec, un GPRS (*General Packet Radio Service*), kur datu ātrums

sasniedz jau 140 Kbits/sec. Pastāv arī uzlabotā GPRS versija, ar nosaukumu EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution), kur datu pārraides ātrums iespējams līdz 256 Kbit/s. Visas trīs minētās tehnoloģijas ir ieviestas arī Latvijas mobilo operatoru tīklos.

Nākamās, trešās paaudzes (3G) tīkli jau sākotnēji paredzēti datu pārraide, lai nodrošinātu videokonferences, e-pasta sūtījumu saņemšanu utt. Līdz ar to paredzamais datu pārraides ātrums ir daudz lielāks. W-CDMA (*Wideband Code Division Multiple Access*) tehnoloģija, kas ir UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*) standarta pamatā, nodrošina pārraides ātrumu līdz pat 1920 Kbit/s, lai gan pašreiz izvērstajos UMTS tīklos ātrums nepārsniedz 384 Kbit/s. Latvijā UMTS pieejams visu trīs mobilo operatoru tīklos, taču tikai atsevišķos reģionos. Savukārt uzņēmums „Telekom Baltija” ar zīmolu „Triatel”, ir izvērsis CDMA EV-DO Rev A tīklu, kurā bez balss pakalpojumiem piedāvā arī ātrgaitas datu pakalpojumus ar ātrumiem līdz 3 Mbit/s. Reālais datu pārraides ātrums gan ir mazāks, kas izskaidrojams arniecīgo operatoram pieejamo frekvenču joslu apjomu – viens 1250 KHz kanāls 450 MHz diapazonā.

Lai nodrošinātu vēl lielāku datu pārraides ātrumu UMTS tīklos, ir izstrādāts papildinājums protokolam HSDPA (*High-Speed Downlink Packet Access*), kurš paplašina WCDMA iespējas aptuveni piecas reizes, sasniedzot datu pārraides ātrumus līdz pat 14.4 Mbit/s, kas jau var nopietni konkurēt ar citām platjoslas tehnoloģijām, gan kabeļu, gan bezvadu tīklos. Pagaidām gan operatori šo tehnoloģiju ievieš visai uzmanīgi. LMT un TELE2 tīklos teorētiskais maksimālais ātrums ir 3,6 Mbps, savukārt BITE reklamē 7,2 Mbps, lai gan arī šeit praksē nomērāmie ātrumi ir krietni zemāki.

2.6. Bezvadu platjoslas risinājumi

Datu pakalpojumu un interneta pieejas nodrošināšanai visai populāri ir dažādi platjoslas bezvadu risinājumi. Parasti operatori izmanto punkts-daudzpunkts LMDS (*Local Multipoint Distribution System*) sistēmas, kas darbojas licencētajos frekvenču diapazonos. Parasti tās ir augstākās frekvenču joslas 26-30GHz diapazonos, kas ļauj sasniegt lielāku kapacitāti, taču samazina attālumu no raidītāja līdz terminālim, kā arī pieprasa tiešo redzamību starp antenām. Nav iespējama mobilitāte – stacionāra instalācija ar komplicētu antenu regulēšanu. Principā šīs sistēmas ir tiešs konkurents tādiem tradicionālajiem pakalpojumiem, kā DSL, ciparu nomātās līnijas vai frame relay. Izpildot visas ražotāju

prasības, parasti datu pārraides kvalitāte ir pat labāka, nekā kabeļu tīklos – zemāki bitu kļūdu līmeņi (*bit error rate* - BER).

Diemžēl iekārtu izmaksas ir pietiekoši augstas, jo nepastāv vienoti standarti – katrs ražotājs pats izstrādā savu tehnoloģiju un ievieš to dzīvē. Nav iespējas mainīt piegādātājus, kas savukārt izslēdz konkurenci un neveicina izmaksu samazināšanos. Nepastāv investīciju aizsardzība – ja izvēlētais ražotājs pārtrauc produkta ražošanu un atbalstu, nav nekādu iespēju saņemt šo servisu no cita ražotāja.

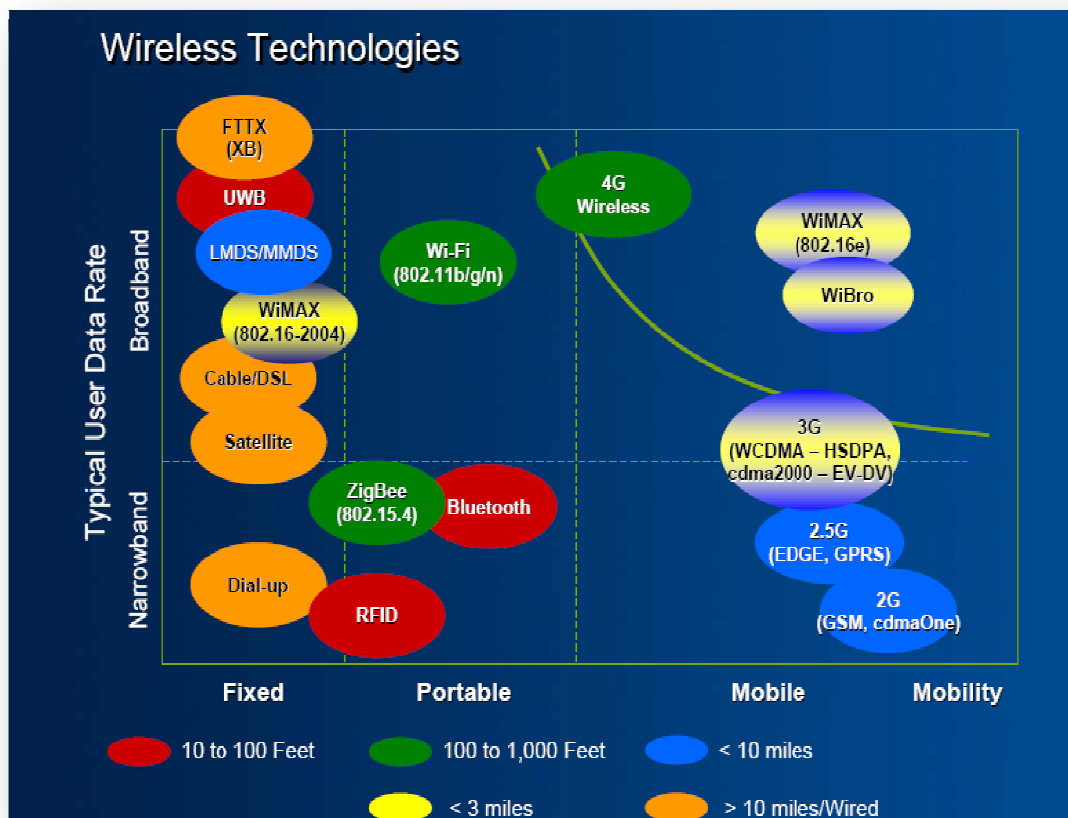
Vēl jāmin tehnoloģija, kas sākotnēji bija paredzēta lokālo tīklu realizācijai, taču pēdējā laikā bieži tiek izmantota arī ģeogrāfiski plašu reģionu nokļāšanai un publiskai interneta pieejai. Tā ir IEEE 802.11 standartā aprakstītā bezvadu lokālo tīklu tehnoloģija, kas tiek saukta arī par WiFi. 802.11b un 802.11g darbojas nelicencētajā 2,4 GHz diapazonā ar 100 mW maksimālo jaudu, kas nodrošina ne pārāk lielu darbības rādiusu (līdz 100m), toties nav vajadzīga tiešā redzamība – var strādāt arī caur sienām, kokiem un citiem šķēršļiem. 802.11a savukārt izmanto 5,4 GHz spektru, kur maksimālā atļautā jauda ir 1W.

Liela šīs tehnoloģijas priekšrocība ir korporācijas Intel interese – sākot jau no 2003. gada visos uz Intel Centrino tehnoloģijas bāzētajos portatīvajos datoros (aptuveni 70% no visiem portatīvajiem datoriem) ir iebūvēts WiFi bezvadu tīkla atbalsts. Principā šodien jau ir grūti nopirkt jaunu portatīvo datoru, kuram nebūtu WiFi adaptera. Kas, pilnīgi loģiski, strauji palielina potenciālo WiFi lietotāju loku.

WiFi publiskie pieejas punkti ir izveidoti lielākajā daļā viesnīcu, degvielas uzpildes stacijās, daudzās kafejnīcās, tirdzniecības centros. Lielākā daļa augstskolu ir izveidojušas savus WiFi tīklus, kas nodrošina studentiem un pasniedzējiem Internet pieeju praktiski jebkurā vietā augstskolā.

2.7. Pašreizējo tehnoloģiju trūkumi

Attēlā 2.3. redzamajā shēmā uzskatāmi salīdzinātas dažādas bezvadu tehnoloģijas, to sniedzamības attālumi un datu pārraides apjomi, kā arī mobilitātes iespējas.



2.3. att. Bezvadu tehnoloģiju salīdzinošā shēma (17, 23. p.)

Mūsdienu lietotāji vēlas lielu pieslēguma ātrumu, lai varētu netraucēti darbināt visas nepieciešamās aplikācijas, un pilnīgu mobilitāti, lai varētu netraucēti pārvietoties un nebūtu atkarīgi pie kādas konkrētas vietas. Diemžēl neviena no pastāvošajām tehnoloģijām tā īsti neatbilst šādām prasībām.

Ja tā ir datu pārraide, izmantojot mobilo operatoru tīklus (GSM vai CDMA), pārvietošanās iespējas ir ļoti plašas, diemžēl datu pārraides ātrums ir nepietiekams. Ja CDMA ar jaunā EV-DO Rev A standarta iekārtām piedāvā kaut cik konkurētspējīgu ātrumu, GSM pat ar GPRS un EDGE paliek tālu zem svītras, savukārt 3.5G tīkli vēl ir tikai izvēršanas stadijā ar niecīgu pārklājumu un nenodrošina reklamētos maksimālos datu pārraides ātrumus.

WiFi gadījumā ātrums ir salīdzinoši labs (līdz pat 54Mbps ar 802.11a/g standarta aprīkojumu) un ir arī nosacīta mobilitāte – var pārvietoties gan viena raidītāja apraides zonā, gan arī starp vairākiem raidītājiem, ja operators piedāvā šādu pakalpojumu. Diemžēl darbības rādiuss nav pietiekams.

Savukārt LMDS sistēmām ir pietiekoši lieli datu pārraides ātrumi (līdz pat 100 Mbps uz vienu bāzes staciju) un arī darbības rādiuss ir pietiekošs (atkarībā no izmantotās aparatūras un frekvences – līdz 30 km). Diemžēl mobilitātes iespējas ir pilnīgi izslēgtas.

Kā redzams, katrai no šīm tehnoloģijām ir kāds nozīmīgs mīnuss, kas neļauj tai iekarot nozīmīgu tirgus daļu un kļūt par dominējošo.

3. WIMAX TEHNOLOĢIJA

Attīstoties bezvadu tīkliem, attīstās arī lietotāju vēlmes un prasības, kas nosaka tālāko tīklu evolūciju. Kā galvenie nosacījumi modernam bezvadu risinājumam ir liels datu pārraides ātrums, spēja darboties bez tiešās redzamības līdz bāzes stacijai, liels darbības rādiuss, pārvietošanās brīvība – mobilitāte, pietiekoši zema cena.

3.1. *Standarta izstrāde*

Lai nerastos situācija, kā, piemēram, LMDS iekārtu tirgū, kur katrs ražotājs izstrādā savu tehnoloģiju, tika nolemts radīt starptautisku pilsētīklu standartu. 1999. gadā tika radīta IEEE darba grupa 802.16, kuras uzdevums bija standartizēt bezvadu platjoslas risinājumus un radīt globālu platjoslas pilsētīkla specifikāciju. Pirmais standarts tika apstiprināts 2001. gada decembrī. 2003. gada septembrī tika uzsākts projekts 802.16REVd, kura uzdevums bija saskaņot 802.16 ar Eiropas Telekomunikāciju Standartu institūta (*European Telecommunications Standards Institute - ETSI*) izstrādāto HIPERMAN standartu. Projekts noslēdzās 2004. gadā un tika apstiprināts jauns standarts – 802.16-2004

2006. gada sākuma IEEE darba grupa ir pabeigusi darbu arī pie standarta mobilās versijas. 2006. gada 28. februārī ir publicēts papildinājums 802.16e-2005, kurš specificē fiksētas un mobilas platjoslas bezvadu sistēmas, uzturošas mobilus lietotāju terminālus licencētajās frekvenču joslās līdz 6GHz.

Lielākā problēma ir savietojamībā – dažādo modulācijas shēmu dēļ (256 OFDM 802.16-2004 gadījumā, un S-OFDMA 802.16e-2005) šie standarti nav savstarpēji savietojami un vienam standartam izstrādātā aparatūra nav spējīga darboties ar otra standarta aprīkojumu. Ražotāji gan sola iespēju paplašināt 802.16-2004 aprīkojumu, pievienojot arī 802.16e-2005 atbalstu, tikai ar programmatūras nomaiņu, nemainot pašu aparatūru. Taču šie solījumi var arī izrādīties ne pārāk realizējami.

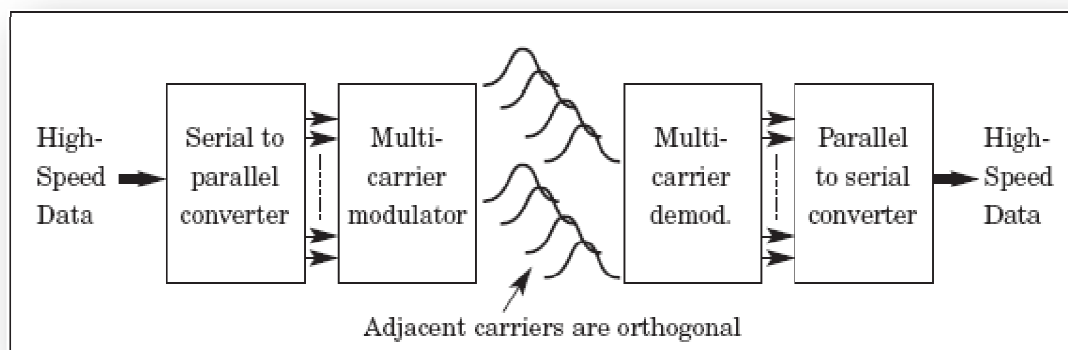
802.16 specifikācija apraksta bezvadu sistēmu vispārējos darbības principus abstraktā sistēmas līmenī. Tā ir pietiekoši elastīga, ļaujot ražotājiem izvēlēties darbības frekvences, modulācijas tipus un kanālu joslas platumu. Galvenā problēma, ar ko saskārās ražotāji, bija

nespēja noteikt kādas sistēmas savietojamību ar šiem standartiem, kā arī dažādu ražotāju aparatūras spēju strādāt vienotā tīklā.

3.2. 802.16 tehnoloģiskie risinājumi

WiMAX risinājuma pamatā ir ortogonālās frekvenčdales multipleksēšanas (*Orthogonal frequency-division multiplexing – OFDM*) tehnoloģija, citos avotos saukta arī par diskrētu daudztoņu modulāciju (*discrete multitone modulation – DMT*), kas jau ir labi pārbaudīta praksē un tiek plaši izmantota DSL un kabeļtelevīzijas tīklos, kā arī digitālās televīzijas apraides nodrošināšanai un 802.11 bezvadu lokālajos tīklos. Tā ir kompleksa modulācijas shēma datu pārraidei, kura balstīta uz frekvenčdalījuma multipleksēšanas metodi, kurā atsevišķus signālus apvieno pārraidīšanai kopējā kanālā, pie kam blakusjoslu nesēji ir savstarpēji ortogonāli (90° relatīvā fāzu nobīde), kas radikāli samazina interferenci starp kanāliem

Galvenā OFDM priekšrocība, salīdzinot ar vienas nesējfrekvences tehnoloģijām, ir spēja pārraidīt lielāku datu apjomu (augsta spektrālā efektivitāte) pat apgrūtinātos pārraides apstākļos, kā, piemēram, sakaros bez tiešās redzamības, kur signāls tiek spēcīgi kropļots, apliecoties ap šķēršļiem, dēļ daudzceļu interferences (*multipath interference*) – radioviļņi no raidītāja līdz uztvērējam nokļūst pa vairākiem iespējamajiem ceļiem, kas ir dažāda garuma un līdz ar to prasa dažādus laika intervālus, radot fāzes nobīdi. Tas tiek panākts, izmantojot drošības intervālus ar ciklisko prefiksu (*guard interval cyclic prefix*). Attēlā 3.1. redzama OFDM principiālā shēma.



3.1. att. OFDM darbības principiālā shēma (16)

802.16 specifikācijā ir definēti trīs iespējamās fiziskā līmeņa (PHY) realizācijas shēmas: viena nesējfrekvence, 256 nesējfrekvenču OFDM un 2048 nesējfrekvenču OFDM. Praksē šobrīd ir realizēts un tiek izmantots visos WiMAX savietojamos ražojumos 256 OFDM variants. Bez tam standarts definē adaptīvās modulācijas lietošanu izmantojot kādu no QAM vai PSK variantiem (BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM), pielietojot nesēja attiecības pret interferenci un trokšņa līmeni (*Carrier to Interference-plus-Noise Ratio - CINR*) mērījumus, maksimālās iespējamās modulācijas shēmas izvēlei, nepārsniedzot pieļaujamo bitu kļūdu (*bit error rate – BER*) robežu. Respektīvi, adaptīvā modulācija panāk maksimālo iespējamo datu pārraides ātrumu pie noteikta pieļaujamā kļūdu daudzuma, upurējot kapacitāti par labu kvalitātei.

Specifikācijā kā obligāta paredzēta arī automātiska pārraides kļūdu labošanas (*Forward Error correction – FEC*) procedūra, izmantojot Rīda-Solomona un konvolucionālo (*Reed-Solomon/ Convolutional*) kanālu kodēšanas tehnoloģiju. Kļūdu gadījumā paredzēta pārraides atkārtošana (*Automatic Repeat Request – ARQ*), kas ļauj veikt kļūdu labošanu jau zemākajā PHY līmenī, pārraidot kļūdaino datu kopni atkārtoti ar zemāku modulāciju, ļaujot sasniegt labus datu caurlaidības rezultātus pat pie pastāvīgiem traucējumiem. Adaptīvās modulācijas un ARQ kombinācija ļauj WiMAX sistēmām sasniegt BER līmeņus līdz pat 10^{-9} , kas ir pilnīgi pietiekošs pat visprasīgākajām komunikāciju iekārtām.

IEEE 802.16e-2005 standartā ir ieviesti papildus uzlabojumi, pārejot no 256 OFDM PHY uz mērogojamo ortogonālo frekvenčdales daudzpieeju (*Scalable Orthogonal Frequency Division Multiple Access – SOFDMA*). Galvenās jaunā standarta priekšrocības ir šādas:

- Uzlabota darbība tiešās redzamības trūkuma gadījumos (*no-line-of-sight – NLOS*), izmantojot antenu diversifikāciju un hibrīdo automātiskās atkārtošanas pieprasījumu (*hybrid-Automatic Retransmission Request – hARQ*) mehānismu;
- Palielināts pārraides pastiprinājums, pateicoties blīvākai apakškanālu sadalei, tādējādi uzlabojot darbību ēku iekšpusē;
- Jauni lielas veiktspējas kodēšanas algoritmi, kā turbo kodēšana (*Turbo Coding*) un zema blīvuma pārības pārbaude (*Low-Density Parity Check – LDPC*), kas uzlabo sistēmas drošību un veiktspēju NLOS apstākļos;

- Ieviesta lejupielādes apakškanālu sistēma, ļaujot administratoram iegūt papildus kapacitāti uz attāluma rēķina;
- Palielināts darbības attālums izmantojot adaptīvās antenu sistēmas (*adaptive Antenna Systems - AAS*) un daudzkārtējā ievada/izvada (*Multiple Input Multiple Output - MIMO*) tehnoloģijas;
- Uzlabota noturība pret daudzceļu interferenci, ieviešot uzlabotu paātrinātās Furjē transformācijas (*Fast Fourier Transform - FFT*) algoritmu uztveršanas aiztures laiku kompensācijai.

Mēdija pieejas kontroles (*Media Access Control - MAC*) līmenis 802.16 standartā ir definēts viens un tas pats visiem PHY līmeņa variantiem, kas dod ražotājiem izvēles brīvību konstruējot aparatūru un izvēloties fizisko PHY līmeni. 802.16 MAC uztur gan laika dales duplexa (*Time Division Duplexing – TDD*), gan frekvenču dales duplexa (*Frequency Division Duplex – FDD*) izmantošanu. TDD gadījumā raidīšana un uztveršana notiek tajā pašā radio kanālā, izdalot noteiktus laika periodus raidīšanai un uztveršanai. FDD darbībai ir nepieciešamas nodalītas frekvenču joslas raidīšanai un uztveršanai, ar vismaz 50 MHz aizsargjoslu. Ja radiofrekvenču spektra josla operatoram ir piešķirta nepārtraukta bloka izskatā, vienīgais saprātīgais risinājums ir TDD lietošanai, lai netērētu frekvenču resursus aizsargjoslu vajadzībām. Tāpat TDD ir vienīgais risinājums publiskajās, jeb nelicencētajās frekvencēs, kur kanālu sadale notiek automātiski, izmantojot frekvenču maiņas (*frequency hopping*) tehnoloģiju. Bez tam TDD gadījumā ir iespējams izmantot frekvenču resursus asimetriskai datu pārraidei, pēc vajadzības piešķirot vairāk resursu kādam no virzieniem. Diemžēl TDD ir grūtāk realizēt, jo tas prasa ļoti precīzu sinhronizāciju starp raidošu un uztverošo pusi. Tādēļ frekvenču joslās, kur pieejami nodalīti kanāli, parasti izmanto FDD, kas ir vieglāk un, līdz ar to, lētāk realizējams.

Jāatzīmē, ka 802.16 MAC būtiski atšķiras no IEEE 802.11 Wi-Fi un Ethernet. Wi-Fi gadījumā tiek lietots CSMA daudzpieejas algoritms – visas klientu stacijas, kas vēlas pārraidīt datus, sacenšas savā starpā par bāzes stacijas resursiem, kas tiek izdalīti pseidonejaušā kārtībā. Šāda pieeja var radīt traucējumus attālinātām stacijām, kuru pārraidi konstanti pārtrauc tuvākas stacijas ar spēcīgāku signālu. Kas savukārt rada nopietnus traucējumus reālā laika aplikācijām, kā balss pārraidei (VoIP) vai interneta televīzija (IPTV), kurām nepieciešami garantēti pārraides kvalitātes parametri. Īpaši šādi traucējumi pamanāmi pie liela vienlaicīgo

lietotāju skaita. 802.16 gadījumā tiek izmantots dispečers, kur katrai stacijai tiek iedalīts tai pienākošais resurss, atkarībā no konfigurācijas. Resursu sadales algoritms ir pietiekoši stabils arī pie lielām pārslodzēm un pieejamās kapacitātes trūkuma gadījumos, ļaujot bāzes stacijai efektīvi veikt resursu pārdali, atbilstoši iestādītajiem QoS parametriem.

Kā galvenās 802.16 priekšrocības var uzskaitīt augstu spektrālo efektivitāti (3.6 bps/Hz), kas nodrošina lielu kanālu kapacitāti un datu pārraides ātrumus (līdz 70 Mbps), spēju strādāt bez tiešas redzamības, lielu darbības attālumu un zemas aiztures, kas būtiskas reālā laika aplikācijām.

3.3. WiMAX forums

Lai risināto standartu atbilstības un savstarpējās savietojamības problēmu 2001. gada jūnijā tika radīta bezpeļņas organizācija WiMAX Forum. Jāatzīmē, ka, pateicoties tieši šai organizācijai, visā pasaulē 802.16 standarta savietojami produkti tiek dēvēti par WiMAX.

Šobrīd organizācijas sastāvā ir vairāk nekā 100 kompānijas, kas pārstāv praktiski visu bezvadu platjoslas sistēmu „ekosistēmu” – sākot no komponentu un ierīču ražotājiem un beidzot ar pakalpojumu sniedzējiem – operatoriem. Organizācijas valdē ir pārstāvji no tādiem industrijas gigantiem kā Intel (valdes priekšsēdis), Alvarion, AT&T, Samsung Electronics, British Telecom, Fujitsu, Motorola u.c.

Kā galvenie WiMAX foruma mērķi tiek definēti:

- Atbalstīt IEEE 802.16 standartu;
- Sertificēt aparatūras savietojamības līmeņus;
- Panākt vispasaules atzīšanu;
- Veicināt vispārēju bezvadu platjoslas sistēmu popularitāti.

Organizācijas sastāvā darbojas šādas darba grupas:

- Mārketinga darba grupa (*Marketing Working Group*) – veicina WiMAX forum preču zīmju un standartu atpazīstamību;

- Pakalpojumu sniedzēju darba grupa (*Service Provider Working Group*) – dod pakalpojumu sniedzējiem iespēju ietekmēt bezvadu platjoslas produktu darbības frekvenču joslas, lai nodrošinātu to individuālo vai reģionālo vajadzību izpildi;
- Regulatoru darba grupa (*Regulatory Working Group*) – darbojas ar visu valstu regulatoru organizācijām, lai nodrošinātu WiMAX draudzīgu globālu harmonizēta frekvenču spektra sadali;
- Tehniskā darba grupa (*Technical Working Group*) – istrādā savietojamības testu specifikācijas un sertifikācijas pakalpojumus, lai panāktu vispasaules bezvadu platjoslas sistēmu savietojamību;
- Tīkla darba grupa (*Network Working Group*) – veido augstāka līmeņa tīkla specifikācijas fiksētajām, pārvietojamajām un mobilajām WiMAX sistēmām, papildinot 802.16 definīcijas;
- Aplikāciju darba grupa (*Application Working Group*) – definē specifiskus uz WiMAX bāzētus lietojumus, kas būtu īpaši uzlaboti ar WiMAX palīdzību;
- Sertifikācijas darba grupa (*Certification Working Group*) – nodarbojas ar „WiMAX Forum certified” programmas realizāciju un izpildi.

3.4. „WiMAX Forum certified” programma

Kā svarīgāko no WiMAX foruma aktivitātēm būtu jāatzīmē „WiMAX Forum certified” programma, kura darbojas kopš 2005. gada jūnija. Testus nodrošina WiMAX foruma izvēlēts neatkarīgs partneris – AT4 wireless (agrākais nosaukums - CETECOM) kompānija, kas atrodas Malagā, Spānijā. Šī kompānija tika izvēlēta, jo tai jau bija liela pieredze bezvadu sistēmu testēšanā, strādājot ar GSM/GPRS, WiFi, Bluetooth aparatūras testēšanu.

Šis sertifikācijas process ir ļoti nozīmīgs jo ļauj ražotājiem pārliecināties par viņu produktu atbilstību IEEE 802.16 standartam, kā arī nešaubīties par savietojamību ar citu

ražotāju aparatūru, kura arī ieguvusi šo sertifikātu. Arī no lietotāja viedokļa daudz drošāk ir iegādāties aparatūru ar „WiMAX forum certified” uzlīmi un būt pārliecinātam, ka tā spēs darboties praktiski jebkura operatora tīklā, ja vien operators lieto tādu pašu sertificētu aparatūru, kas gan neizraisa lielas šaubas, jo telekomunikāciju operatori ir ieinteresēti standartizētu risinājumu ieviešanā, nevis eksperimentēšanā ar nezināmu ražotāju nezināmiem produktiem.

Lai iegūtu sertifikātu aparatūrai jāiziet divi galvenie testēšanas posmi:

- Aparatūras atbilstība protokoliem, 802.16-2004 vai 802.16e-2005 radio specifikācijai;
- Aparatūras savstarpēja savietojamība – viena ražotāja klientu terminālu spēja strādāt ar cita ražotāja bāzes staciju.

Ja atbilstības standartiem testi ir relatīvi vienkārši, tad savietojamības testēšana starp dažādu ražotāju produktiem ir ļoti komplicēta un var aizkavēt testēšanas procesu. Bez tam jāņem vērā, ka testu gaitā ražotājiem var tikt uzstādīti noteikumi par kādu noteiktu izmaiņu ieviešanu aparatūrā, kas vēl vairāk paildzina testēšanas procesu – ne visi ražotāji ir spējīgi ļoti operatīvi reaģēt uz šādām prasībām.

Ņemot vērā faktu, ka tehnoloģijas pastāvīgi attīstās un pilnveidojas, jo tām jāspēj nodrošināt jaunu lietojumu prasības un lietotāju vajadzības, arī sertifikācijas procesam jāspēj pielāgoties šai attīstībai. Diemžēl tas padara šo procesu visai komplicētu, jo jāspēj atrast vidusceļš starp inovatīvu tehnoloģiju atbalstu un savietojamības saglabāšanu ar vecākiem produktiem, kas izgājuši sertifikāciju agrākos posmos. WiMAX sertifikācijas process arī ir sadalīts vairākos etapos, kur katra etapa laikā tiek pievienoti arvien jauni profili un funkcionalitāte. Pirmajā etapā sertificētie produkti tiek pakļauti salīdzinoši ierobežotam un vienkāršam testu kopumam, kas vairāk specializēts WiMAX radio interfeisa protokola savietojamības pārbaudei. Nākamajos etapos paredzēts pievienot jaunus profilus un funkcionalitāti, kas automātiski reducē savietojamību starp pirmajā un otrajā etapā sertificētajiem produktiem līdz vienkāršākajai pamat funkcionalitātei, kas specificēta pirmajā etapā. Pastāv arī bažas, ka pirmā etapā sertificētajai aparatūrai būs nepieciešami programmatūras uzlabojumi, lai panāktu radio protokola savietojamību ar otrā etapa produktiem. Respektīvi, nepastāvēs simtprocentīga savietojamība starp dažādos etapos

sertificētām ierīcēm un operatoriem var nākties manipulēt ar programmatūras papildinājumiem, lai integrētu vienotā tīklā dažādos etapos sertificētu aprīkojumu (18).

Pirmie četri produkti, kas ieguva WiMAX forum certified sertifikātu 2006. gada janvārī bija Aperto Networks PacketMAX 5000 base station, Redline Communications RedMAX AN-100U base station, SEQUANS Communications SQN2010 SoC base station, un Wavesat miniMAX customer premise equipment (CPE) solution. Līdz 2008. gadam sertifikāciju ir izturējuši 36 produkti un darbs aktīvi turpinās. AT4 wireless pat ir bijis spiests paplašināt savas testēšanas laboratorijas, lai spētu pieņemt ienākošos sertifikācijas pieprasījumus, kas liecina par drīzu sertificēto produktu klāsta papildināšanos. 2008. gada 9. aprīlī WiMAX forum kongresā tika prezentētas pirmās sertifikāciju izturējušās 802.16e-2005 standarta ierīces, ko ražojuši aktīvi WiMAX forum dalībnieki - Runcom Technologies Ltd, Samsung Electronics Co un Sequans Communications.

3.5. WiMAX darbības frekvences

Lai gan IEEE 802.16 specifikācija pieļauj praktiski jebkuru frekvenču joslu izmantošanu – no 2 GHz līdz pat 66 GHz, praksē šāda universalitāte nav iespējama. Pat ņemot tikai populārākās frekvenču joslas, kuras būtu iespējams izmantot WiMAX vajadzībām iznāk diezgan garš saraksts – 700 MHz, 900 MHz, 2.3 GHz, 2.5 GHz, 3.4 GHz, 3.6 GHz, 5.4 GHz, 5.8 GHz. Jo vairāk dažādu frekvenču joslu konkrētai aparatūrai jāspēj aptvert, jo dārgāka tā rezultātā kļūst. Šī iemesla dēļ WiMAX forums ir aktīvi darbojies ar elektronisko pakalpojumu regulēšanas aģentūrām visā pasaulē, lai vienotos par vienotu frekvenču spektru, kas būtu izmantojams WiMAX vajadzībām. Diemžēl šāds uzdevums nav viegls un pārsvarā lemts neveiksmēi. Tāpat kā GSM gadījuma, kur Eiropā tas darbojas 900/1800 MHz diapazonā, savukārt Ziemeļamerikā, Dienvidamerikā un Āzijā 850/1900 MHz diapazonā, kā arī 400 un 450 MHz frekvencēs atsevišķās valstīs, arī WiMAX nav izdevies atrast universālu frekvenču joslu, kas būtu pieejama visā pasaulē.

Līdz šim brīdim ir izstrādāti WiMAX sistēmu profili sekojošām frekvenču joslām: 5.8 GHz, 3.5 GHz, 2.5 GHz un 2.3 GHz. Pirmie sertificētie WiMAX produkti darbojas tieši 3.5 GHz frekvencē un nupat parādījušies pirmie testi 2.3 GHz aprīkojumam. Lai gan ražotāji piedāvā aparatūru arī citās frekvenču joslās, un pat ir operatori, kas izbūvējuši tīklus ar šādu aparatūru (piemēram, Towerstream ASV 2.4 GHz frekvencē), tas tomēr nevar pretendēt uz

WiMAX nosaukumu, vismaz pagaidām, jo nav sertifikācijas un, galvenais, savietojamības testu. Līdz ar ko zūd galvenā ideja – nopērkot portatīvo datoru ar „WiMAX forum certified” uzlīmi, spēt strādāt jebkura WiMAX operatora tīklā.

Neviens no WiMAX profiliem šobrīd nespēcificē nelicencēto 2.4 GHz vai 5.4 GHz frekvenču izmantošanu, līdz ar ko WiMAX izmantošana šajās frekvencēs Latvijā nav iespējama. No WiMAX foruma specificētajām frekvencēm vienīgā nelicencētā frekvenču josla ir 5.8 GHz. Diemžēl šobrīd publiskai lietošanai tā ir atvērta tikai ASV, Eiropā vēl notiek diskusijas par šo jautājumu. Daudzās Eiropas valstīs šī spektra daļa ir paredzēta militāro radaru vajadzībām, līdz ar ko nekāds progress šajā jautājumā nav paredzēts. Latvijas Nacionālajā radiofrekvenču plānā par 5.8 GHz redzama informācija, ka josla iedalīta koplietošanai valsts aizsardzībai un privātajiem elektronisko sakaru tīkliem.

Par perspektīvu nākotnes attīstībai ir atzīta 700 MHz frekvenču josla, kuru pašreiz izmanto analogās televīzijas apraidei. Pakāpeniski pārejot uz digitālo televīziju nepieciešamie frekvenču resursi samazināsies, līdz ar ko būs iespējams izdalīt papildus joslas platjoslas bezvadu sistēmām.

4. WIMAX IZMANTOŠANA

4.1. 802.16 priekšrocības

Kā galvenos WiMAX plusus, salīdzinot ar citām bezvadu tehnoloģijām, var minēt:

- tehnoloģija bāzēta uz starptautiskiem standartiem;
- iespēja strādāt gan licencētās gan nelicencētās frekvenču joslās;
- paredzēta gan stacionāra, gan mobila klienta gala aparatūra;
- salīdzinoši liela datu pārraides kanālu kapacitāte;
- kvalitātes parametru atbalsts (QoS);
- elastīga topoloģija;
- datu drošības funkciju atbalsts.

Principā, radot jauno standartu, tika domāts kā novērst visu pārējo pieejamo bezvadu tehnoloģiju nepilnības un radīt papildus priekšrocības konkurences cīņā. Pateicoties tam, ka standarta izstrādes grupa ir atvērta, un praktiski jebkurš interesents var piedalīties izstrādē un nākt ar priekšlikumiem, ir daudz lielāka iespēja dažāda veida tehniskām inovācijām, kā arī nav paredzamas nesamērīgas licencēšanas maksas par tehnoloģijas izmantošanu, kā tas ir daudzu mobilo standartu gadījumā, kad ar izstrādi nodarbojas slēgti konsorcijs.

Atšķirībā no mobilo sakaru industrijas, kur jādomā par savietojamību ar vecākās paaudzes aparatūru, jo lielākā daļa klientu lieto tieši salīdzinoši novecojušu aparatūru (GSM/GPRS/EDGE/HSDPA), WiMAX izstrādātāji var droši attīstīt tehnoloģijas un virzīties uz priekšu, nebaidoties zaudēt lielāko ienākumu daļu no „vecu” tehnoloģiju klientiem.

Pateicoties standartizētam risinājumam, kurš pieejams visiem interesentiem, kā arī sertifikācijas procesam un savstarpējas savietojamības testiem, paredzama pietiekoši liela konkurence ražotāju starpā, kas automātiski samazina gan komponentu, gan arī gala aparatūras cenu.

Intel jau vairāk kā piecus gadus atbalsta WiMAX izstrādi un jau 2006. gadā tika plānots integrēt WiMAX tā brīža jaunākajā mobilajā platformā *Rosedale*, taču dažādu apstākļu dēļ tas netika realizēts. Platforma tika izlaista bez WiMAX atbalsta un plāni pārcelti uz nākamo izstrādes periodu. Izskatās ka beidzot industrijas gigants ir nonācis arī līdz reāliem soļiem – 2008. gada 8. janvārī *Consumer Electronics Show* izstādē Lasvegasā Intel demonstrēja pirmo portatīvo datoru ar integrētu Wi-Fi/WiMAX adapteri, kas spēj darboties 802.11 un 802.16 standartu bezvadu tīklos. Ja šī jaunā portatīvo datoru platforma nonāks masu ražošanā jau 2008. gada vidū, kā to sola Intel, ir sagaidāms straujš pieprasījuma pieaugums pēc WiMAX pakalpojumiem. Jāatzīmē, ka jaunais produkts atbalsta gan 802.16d-2004 gan arī mobilo 802.16e-2005 standartu, kas varētu kalpot par papildus dzinuli operatoriem izvērst mobilā standarta 802.16e tīklus.

4.2. Operatoru perspektīva

No telekomunikāciju operatoru vidus iespējams izdalīt trīs galvenās kategorijas, kas īpaši ieinteresētas WiMAX tehnoloģijā:

- Esošie platjoslas bezvadu vai WiFi sistēmu operatori, kuri cer ar WiMAX palīdzību paplašināt savu tīklu un palielināt tā rentabilitāti, kā arī ieviest papildus servissus;
- Jauni operatori, kas orientējas uz biznesa uzsākšanu, izmantojot WiMAX tehnoloģiju;
- Kabeltīklu operatori, kas plāno paplašināt savu tīklu pārklājumu ar bezvadu tehnoloģijas palīdzību un, eventuāli, sniegt mobilos pakalpojumus bez GSM/3G licences.

Joprojām aktuāls ir jautājums, vai izbūvēt tīklu ar sertificēto 802.16d-2004 aparatūru, zaudējot daudzus papildservissus, kas paredzami jaunākā aparatūrā, vai arī gaidīt mobilo 802.16e standartam atbalstošu aparatūru, riskējot iekavēt tīkla izbūvi un zaudēt potenciālos klientus. Jāatzīmē arī, ka 802.16d-2004 standarta bāzes stacijas un aprīkojums ir ievērojami lētāks par 802.16e-2005 aprīkojumu, jo tehnoloģija jau ir pieejama tirgu vairākus gadus,

ražotāji ir atpelnījuši sākotnējā izpētē un ražošanas nodrošināšanā ieguldītos līdzekļus, kas ļauj samazināt cenas.

Kā nozīmīgs fakts jāatzīmē arī tas, ka 2007. gada 19. oktobrī Ženēvas Starptautiskās telekomunikāciju savienības (*International Telecommunications Union - ITU*) sanāksmē 802.16 tika akceptēts kā sestais IMT-2000 3G standarts, kas to nostāda vienlīdzīgās pozīcijās ar tehnoloģijām, kas atbilst šim standartam jau kopš tā pieņemšanas 1999. gadā - UMTS, CDMA2000, TD-CDMA, EDGE un DECT. Tas ļauj izmantot ierobežotos frekvenču resursus, kas daudzās valstīs jau laicīgi tikuši rezervēti UMTS/IMT-2000 vajadzībām, WiMAX tīklu izvēršanai.

4.3. Balss pārraide WiMAX tīklos

Tehnoloģijas mūsdienās attīstās ļoti strauji un daudzus pakalpojumus iespējams integrēt vienotā tīklā. Ja kādreiz telekomunikāciju operatoru kabeļu tīkli galvenokārt tika izmantoti balss pārraidei, datus pieļaujot tikai kā papildus opciju īpašos gadījumos un ar niecīgu datu pārraides ātrumu, tad mūsdienās koncepcija ir pilnībā mainījusies. Par pamata nesējītīklu tiek izmantots pakešu komutācijas tīkls - visbiežāk uz IP tehnoloģijām bāzēts, retāk ATM vai kāds cits, neatkarīgi no fiziskā nesēja, vai tas būtu vara kabelis, optiskās šķiedras vai radioviļņi. Un uz šī tīkla savukārt tiek nodrošināti visi nepieciešamie servisi – kā datu pārraide, balss pārraide vai video straumēšana.

Balss pārraide IP tīklos (*Voice over IP – VoIP*) ir ieguvusi plašu popularitāti. Kā galvenais iemesls būtu minams sakaru kvalitātes uzlabošanās, ko veicina strauji augošais datu pārraides kanālu apjoms, kas ir vairāk nekā pietiekams balss pārraidei – izmantojot modernos kodēšanas algoritmus saruna aizņem niecīgu daļu standarta lietotājam pieejamā interneta kanāla kapacitātes. Atkarībā no pieejamās tīkla jaudas un nepieciešamās balss kvalitātes, jāizvēlas atbilstošu kodēšanas algoritmu, kas nodrošina audio kompresiju:

- G.711: nekompresēts audio, 64 Kbps;
- G.729: kompresēts audio, 8 Kbps;
- G.723: kompresēts audio, 5.3 – 6.3 Kbps.

Kā redzams, pat bez kompresijas viena saruna aizņem 64 Kbps, kas nav daudz mūsdienu platjoslas risinājumu laikmetā, kad katram lietotājam paredzams 1 Mbps vai vēl ātrāks datu pārraides kanāls.

Balss kvalitāte vienmēr ir subjektīva tēma. „Labas” balss kvalitātes definīcija var atšķirties atkarībā no biznesa vajadzībām, kultūru atšķirībām, klientu pieņēmumiem un izmantotās aparatūras un programmatūras. Balss kvalitāte nav viena konkrēta vērtība. Tas ir kompromiss starp pieņemamu balss kvalitāti un reālās pasaules ierobežojumiem. Augstu balss kvalitāti var garantēt zema tīkla aizture, trīce un pakešu zudums. Lai sekmīgi piedāvātu IP telefonijas risinājumus, tīklam jāvar nodrošināt vai nu pakešu prioritizēšanas mehānismi, vai pietiekams tīkla joslas platums.

WiMAX gadījumā izpildās visi nepieciešamie nosacījumi – tīklā paredzams pietiekošs joslas platums, lai neradītu aiztures balss trafikam, kā arī pieejami QoS mehānismi dažādu plūsmu prioritizēšanai. Pateicoties tādām populārām programmām, kā Skype, VoIP ir pieejams jebkuram lietotājam, neprasot padziļinātas zināšanas par balss pārraidi un telekomunikācijām. Katrs, kurš vēlas, var lejupielādēt šīs programmas uz sava datora un uzreiz sākt runāt – viss, kas nepieciešamas ir mikrofons un skaņas karte datorā. Apvienojot šādu iespēju ar nākotnes perspektīvu redzēt WiMAX tīkla pārklājumu ļoti plašās teritorijās, sāk zust nepieciešamība pēc mobilā tālruņa.

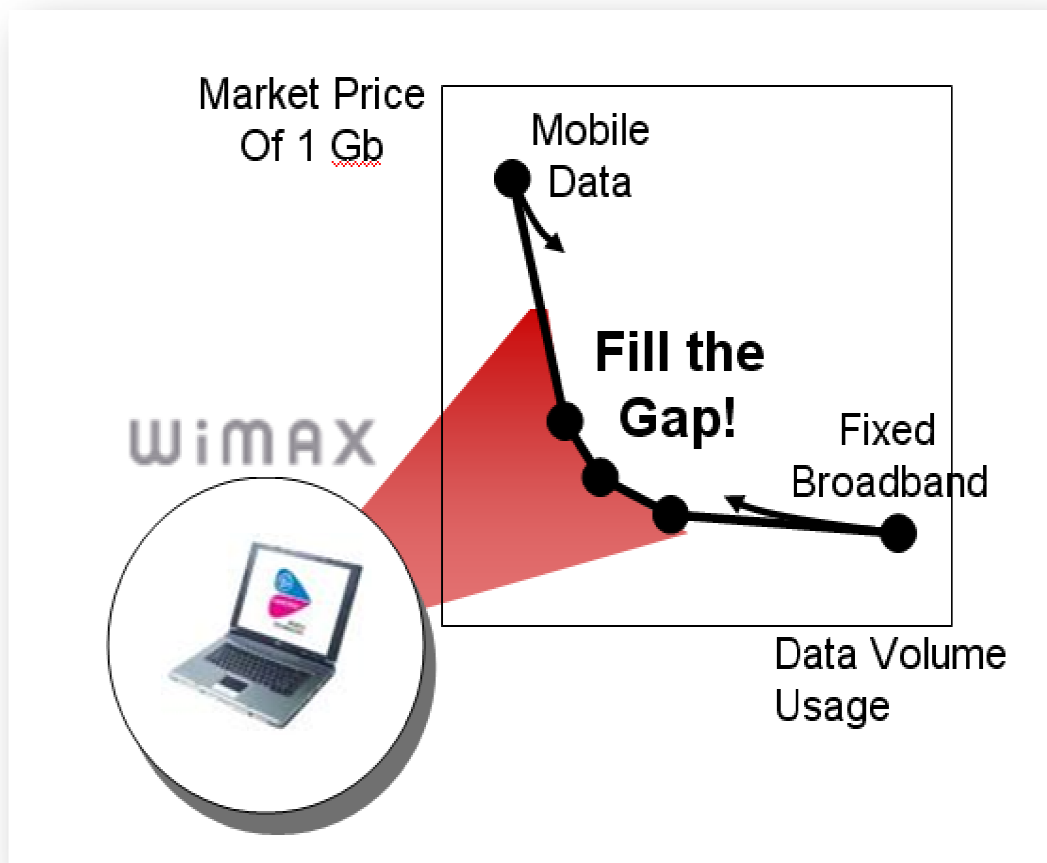
Aparatūras ražotāji ir gājuši vēl tālāk, lai aptvertu arī konservatīvo lietotāju tirgu, kas pieraduši telefonsarunām izmantot telefona klausules, nevis datoru – tiek izstrādāti mobilie telefoni, kas spētu darboties WiMAX tīklos, tāpat kā pirms pāris gadiem parādījās WiFi atbalstoši telefona aparāti. Līderis šajā ziņā ir korejiešu elektronikas gigants Samsung kura M800 viedtelefons, kurš ir spējīgs darboties WiBro tīklā (Korejiešu WiMAX savietojams standarts, bāzēts uz 802.16e) ir pieejams jau divus gadus. Šobrīd vairāki citi ražotāji, kā LG Electronics, Kaga Electronics un Net Index ir izlaiduši savus WiMAX telefonus. Tādējādi WiMAX mobilā versija 802.16e, kopā ar WiMAX atbalstošiem telefoniem var radīt reālu konkurenci tradicionālajiem mobilo tīklu operatoriem (GSM/CDMA). Pie tam, ja balss kvalitāte gan vienā, gan otrā gadījumā varētu būt aptuveni vienāda, datu pārraides iespējas krasi atšķiras – mobilajiem tīkliem ļoti grūti konkurēt ar WiMAX iespējām, pat pieņemot, ka tiek izmantots 3.5G standarts UMTS/SDPA. Pie tam WiMAX gadījumā arī balss tarifi ir krietni patīkamāki, jo nav jālieto konkrētā operatora piedāvātie pakalpojumi bet ir iespējams izvēlēties jebkuru VoIP pakalpojumu sniedzēju, piemēram Skype.

Šādas nākotnes perspektīvas satrauc lielāko daļu mobilo tīklu operatoru, jo tie nevēlas zaudēt savas tirgus pozīcijas. Lai saglabātu savu dominanci tiek izmantotas dažādas metodes – sākot no WiMAX frekvenču joslu iegūšanas savā valdījumā, lai nepieļauto to piešķiršanu alternatīvajiem operatoriem, un beidzot ar spiedienu uz regulatoriem, lai aizliegtu mobilitātes funkcijas 3.5 GHz frekvenču joslās, kuras sākotnēji bijušas paredzētas fiksētajiem bezvadu sakariem. Jācer, ka ar politiskām metodēm neizdosies apturēt progresu un tuvākā vai tālākā nākotnē mēs redzēsim WiMAX operatorus, kas savos tīklos bez datu pārraides pakalpojumiem piedāvās arī balss pakalpojumus. Pie tam, ņemot vērā, ka tiks izmantota VoIP tehnoloģija, kas ļauj daudz lietderīgāk izmantot tīkla resursus, atšķirībā no tradicionālās telefonijas, paredzamas arī mazākas izmaksas, kas automātiski ļauj lietotājiem cerēt uz zemākiem sarunu tarifiem.

4.4. Platjoslas datu pārraides tirgus

Telekomunikāciju tirgū šobrīd vērojams dažādo mobilo tehnoloģiju uzplaukums, jo lietotāji pārsvarā ir kļuvuši mobili – portatīvie datori, mobilie telefoni, virtuālo privāto tīklu tehnoloģijas. Mūsdienu lietotājs vairs nevēlas būt piesaistīts kādai konkrētai telpai, kurā atrodama tīkla rozete, lai varētu veikt savus ikdienišķos darbus. Lietotājs vēlas platjoslas pieslēgumu neatkarīgi no atrašanās vietas. Mūsdienu lietotāja moto varētu būt „Triple play: anytime, anywhere”, kas nozīmē – Internets, TV, telefonija jebkurā laikā, jebkurā vietā.

Salīdzinoši lielu pārvietošanās brīvību piedāvā mobilo tīklu operatori, jo pārklājums ir gana plašs un tīkla pieejamība ir augsta. Taču datu pārraides ātrumi un izmaksas nav īpaši iepriecinošas. Pateicoties jauno 3G un 3.5G tehnoloģiju ienākšanai, pasaulē vērojama tendence cenu samazināšanai un arī ātruma uzlabošanās ir acīmredzama, taču šis process ir pietiekoši lēns. Savukārt fiksētajiem platjoslas bezvadu sakariem ir nesalīdzināmi lielākas iespējas datu pārraide ātruma jomā, bet iztrūkst pārvietošanās brīvība. Att. 4.1. redzama aptuvenā niša, kas varētu būt atbilstoša WiMAX tehnoloģijai – mobilie lietotāji ar augstām prasībām pret datu pārraides ātrumu.



4.1. att. WiMAX tirgus niša (19, 18. p.)

WiMAX tehnoloģija atrodas starp fiksētajiem platjoslas bezvadu tīkliem un mobilajiem tīkliem. WiMAX ir izmantojams kā efektīvs līdzeklis platjoslas pakalpojumu nodrošināšanai reģionos ar vāji attīstītu kabeļu struktūru. Savukārt attīstītākās valstīs ar izbūvētu kabeļu infrastruktūru, WiMAX tiek izskatīts kā papildinājums esošajiem platjoslas servisiem, pievienojot tiem mobilitāti.

Gan bezvadu platjoslas, gan arī mobilais datu pārraides tirgus nepārtraukti saskaras ar pieaugošu vēlmi pēc lielākiem ātrumiem un labākas tīklu veiktspējas. Pakalpojumu sniedzēji cenšas izprast nākotnes lietotāju prasības, pētot potenciālās lietojumprogrammas un to vajadzības, lai plānotu tīklu kapacitāti. Taču, kad platjoslas interneta sakari kļūst pieejami, lietotāji paši nodefinē savas lietojumprogrammas, kuru vajadzības pēc tīkla kapacitātēm ir neprognozējamas, piemēram peer-to-peer (p2p) tīkli, kas pirms pāris gadiem radīja paniku pakalpojumu sniedzēju vidū, jo izmantoja visu pieejamo kapacitāti. Nav iespējams precīzi prognozēt lietotāju prasības un dažādu pakalpojumu attīstību, taču viens ir skaidrs – šīs

prasības nemitīgi augs, un pakalpojumu piedāvātājiem jāspēj sekot līdzi prasību pieaugumam, atbildot ar jaunu, labāku servisu piedāvājumu.

4.5. WiMAX tīkli pasaulē un Eiropā

Pateicoties jau minētajai Intel aktivitātei un solījumiem aprīkot visus portatīvos datorus ar 802.16 adapteriem, kā arī tehnoloģijas attīstībai, kas nodrošina lielāku aparatūras pieejamību un zemākas cenas, pasaulē WiMAX popularitāte strauji aug un operatori izbūvē vai gatavojas izbūvēt WiMAX tīklus.

Cīņa par WiMAX radiofrekvenču spektru sāk saasināties un summas, par kurām šīs frekvences tiek izsolītas, aug. Pēdējo divu gadu laikā cipari ir izmainījušies radikāli. Ja, piemēram, 2006. gadā WiMAX Telecom ieguva 3,5 GHz licenci visā Austrijas teritorijā par 194,000 EUR, tad 2008. gadā līdzīga licence Itālijā jau šobrīd maksā 123,000,000 EUR (vairāksolīšana vēl nav beigusies un tā ir šī brīža cena). 8. maijā ir noslēgusies 2,6 GHz frekvenču izsole Zviedrijā, kas ienesusi valstij 346 miljonus USD.

Eiropā WiMAX tīklu izbūves jomā jāatzīmē Iberbanda Spānijā, kas uzsāka savu WiMAX tīkla izbūvi 2006. gadā, izmantojot Aperto un Alvarion aparatūru. Šobrīd spāņu operators var lepoties ar lielāko lietotāju skaitu Eiropā – 45000. Kā nākamais jāmin vēl viens Spānijas uzņēmums Banda Ancha, kuram ir par tūkstoti mazāk lietotāju – 44000. Nākamais lielākais operators ir Irish Broadband ar 21000 klientu un WiMAX Telecom Austrijā ar 6000 (25).

Bezvadu operatoru skaits ASV ir strauji pieaudzis – no dažiem simtiem 1998. gadā līdz 8000 2007. gadā. Un vismaz 50% no šiem operatoriem (78% lauku reģionos) gatavojas ieviest WiMAX tehnoloģiju. Tirgus līderis ASV šobrīd ir Clearwire, kas aktīvi darbojas, ne tikai ASV, bet arī Latīņamerikā un Eiropā, kā arī ir noslēdzis sadarbības līgumus ar partneriem Kanādā un Āzijā. Kompānijas mērķi ir visai ambiciozi – radīt starptautisku tīklu, kas ļautu Clearwire klientiem lietot pakalpojumus jebkur pasaulē. Un izskatās ka kompānijas strauji tuvojas šim mērķim, jo jau šobrīd var lepoties ar lielāko WiMAX klientu skaitu pasaulē – 394000 (26).

Latīņamerikas tirgus jau šobrīd ir viens no lielākajiem platjoslas bezvadu risinājumu noņēmējiem, kas izskaidrojams ar slikto kabeļu tīkla stāvokli vai tā neesamību vispār. Daudzi operatori izmanto dažādas LMDS sistēmas no dažādiem ražotājiem, taču lielākā daļa aktīvi lūkojas WiMAX standarta virzienā. Ertach Argentīnā ir uzsācis WiMAX tīkla izbūvi jau 2004. gadā, un šobrīd uzlabo tīklu, lai nodrošinātu arī 802.16e mobilo standartu, izmantojot Alvarion aparatūru. Brazīlijā Embratel ir uzsācis WiMAX tīkla ekspluatāciju, sākotnēji nodrošinot pakalpojumus 12 provinču galvaspilsētās. Peru IPS EMAX ir uzsācis pirms-WiMAX mobilā tīkla ekspluatāciju, izmantojot Navini aprīkojumu 2,5 GHz frekvencēs. Čīlē Telmex nodrošina WiMAX tīkla pakalpojumus gandrīz visas valsts teritorijā, konkurējot ar VTR, kas veic mobilā WiMAX tīkla izbūvi. Bolīvijā Entel izbūvē 802.16e-2005 standarta tīklu, izmantojot Alcatel Lucent aprīkojumu. Tīklu paredzēts izmantot multiplikāciju lietojumiem, ieskaitot video, VoIP un platjoslas datu pārraidi. Tāpat ir uzsākta WiMAX tīklu izbūves Ekvadorā un Kolumbijā (27).

Meksikā Ultramet2go, ZOMA Telecom meitas uzņēmums, sniedz WiMAX pakalpojumus kopš 2006. gada, nodrošinot datu pakalpojumus Pueblo, Verakruzas, Tampico, Matamoros, Chilpancingo un Iguales pilsētās, pārklājot aptuveni 60 kvadrātjūdžu teritoriju.

Āzija atzīmējama kā viens no aktīvākajiem reģioniem tehnoloģisko jauninājumu ieviešanā. Arī WiMAX nav izņēmums, lai gan Korejā ir izstrādāts savs standarts WiBro, tas ir savietojams ar IEEE 802.16e. Korea Telecom 2006. gadā uzsāk izvērst tīklu, kas nodrošina pilnu mobilitāti un platjoslas pakalpojumus, papildinot tos ar interaktīviem pakalpojumiem un multimediju iespējām. Šobrīd pakalpojumi ir pieejami Seulā un tās tuvākajā apkārtnē, nodrošinot 18Mbps pakalpojumu par 22 USD mēnesī.

Japānā arī vērojama pastiprināta interese, lai gan operatori vairāk koncentrējas uz nelicencētām frekvenču joslām. Pirmā kompānija, kas 2006. gadā ir uzsākusi izbūvēt tīklu, izmantojot Airspan AS.MAX bāzes stacijas 4,9 GHz frekvencēs, ir Yozan Inc.. Šobrīd 802.16d pakalpojumi ir pieejami lielākajā daļā Tokijas..

Jaunattīstības valstis Āzijas reģionā vairāk koncentrējas uz fiksētajiem bezvadu sakariem, nepievēršot tik lielu uzmanību mobilitātei. Ķīnas operatori izrāda ļoti lielu interesi, diemžēl sarežģījumi ar regulatoru un frekvenču pieejamību liedz tiem uzsākt aktīvu darbību, tādējādi atdodot lielākā potenciālā WiMAX tirgus godu Indijai. Pie 1,2 miljardiem iedzīvotāju platjoslas pieslēgumi ir pieejami tikai 3,1 miljonam, kas atbilst 0,26%, kas ir viens no

zemākajiem rādītājiem pasaulē. Tata Communications plāno izvērst pasaulē lielāko WiMAX tīklu, nodrošinot pakalpojumus privātpersonām 15 lielākajās Indijas pilsētās un biznesa lietotājiem 110 pilsētās. Tīkla izbūve uzsākta 2008. gada martā un līdz 2010. gadam plānots investēt 500 miljonus USD.

Kā viens no pievilcīgākajiem tirgiem WiMAX risinājumiem būtu jāmin Austrālija, kur iedzīvotājiem ir salīdzinoši augsts ienākumu līmenis un salīdzinoši zema platjoslas pakalpojumu pieejamība. Galvenie spēlētāji šajā tirgū ir Unwired Australia un Astar, kuriem katram ir frekvenču resursi 2,3 GHz un 3,5 GHz joslās, pateicoties 2005. gada noslēgtajam frekvenču joslu apmaiņas līgumam. Tas ļauj operatoriem būt pietiekoši elastīgiem un piedāvāt gan fiksētos, gan mobilos WiMAX pakalpojumus, radot jūtamu konkurenci lielākajam fiksēto tīklu operatoram Telstra. Unwired Australia šobrīd ir otrais lielākais WiMAX operators pasaulē ar 65000 klientiem.

4.6. WiMAX Latvijā

Attīstītajās valstīs WiMAX pakalpojumiem grūti konkurēt ar esošajām tehnoloģijām, jo fiksēto sakaru tirgū dominē DSL un kabeļinternets, savukārt bezvadu nišā pieejams visai plašs WiFi pārklājums, kā arī vērojama mobilo operatoru aktivitāte 3G pakalpojumu ieviešanā. Tirgos, kas vēl tikai attīstās, situācija ir daudz cerīgāka no WiMAX perspektīvas viedokļa. Kabeļtīkli un DSL pieejams salīdzinoši nedaudzās teritorijās, un tālāka paplašināšanās prasa lielas investīcijas, jo esošie kabeļi ir sliktā stāvoklī un nav izmantojami ātrgaitas pieslēgumu vajadzībām. Kā vienīgās alternatīvas paliek iezvanpieēja, ar ierobežotu ātrumu vai pieslēgums izmantojot satelītu. Šādos apstākļos WiMAX ir droša perspektīva kļūt par labu alternatīvu, kas spēj sniegt kvalitatīvu pakalpojumu īsā termiņā un par pieņemamu cenu.

Latvijas situācijā DSL pakalpojumi pieejami Rīgā un lielākajās pilsētās, diemžēl lauku teritoriju pārklājums ir nepietiekams. Tāda pati ir situācija ar kabeļtelevīzijas operatoriem – visa uzmanība tiek koncentrēta uz biezi apdzīvotiem rajoniem. Bieži vien pat 20 km attālumā no Rīgas jāsaskaras ar situāciju, ka nav pieejami nekādi platjoslas pakalpojumi – problēmas, kas sagādā raizes daudzu jauno privātmāju ciematu iedzīvotājiem tuvākajā Rīgas apkārtnē.

Rīgā un citās lielākajās pilsētās WiMAX fiksētajai 802.16d versijai nav lielu perspektīvu, jo kabeļu tīkli rada konkurenci, taču lauku teritorijās WiMAX jāizskata kā viena no galvenajām iespējām telekomunikāciju pakalpojumu nodrošināšanai. Jau šobrīd visas aktivitātes laukos notiek tikai bezvadu jomā, jo kabeļu ieguldīšana netiek uzskatīta par izdevīgu. Pat Lattelecom sava tīkla modernizāciju lauku rajonos ir beidzis un vairs neinvestē tīklu izbūvē. Tā vietā 2006. gada 3. maijā ir noslēgts līgums ar CDMA operatoru Triatel, kurš nodrošina Lattelecom klientiem platjoslas pakalpojumus attāļajos lauku rajonos, kā arī telefonijas pakalpojumus, ja nepieciešams. Visi lielākie projekti lauku rajonos tiek realizēti, izmantojot bezvadu tehnoloģijas. Piemēram, Valsts vienotā bibliotēku informācijas sistēma, 2005. gads, 190 pieslēgumi bibliotēkām visos Latvijas rajonos, realizē Microlink, izmantojot bezvadu risinājumus. E-Vidzeme, 2006. gads, 280 pieslēgumi skolām un bibliotēkām Vidzemes reģionā, realizē Telia Latvija, izmantojot bezvadu tehnoloģijas. Vienotā bibliotēku informācijas sistēma („Trešais tēvadēls”), 2008. gads, 860 pieslēgumi bibliotēkām, realizē Lattelecom, Telia Latvia un Telecentrs, vairāk kā 65% pieslēgumu izmanto bezvadu tehnoloģiju.

4.6.1. Frekvenču joslas

WiMAX foruma specifikācijās šobrīd minētas četras frekvenču joslas 802.16 vajadzībām – 2.3, 2.5 un 3.5 un 5.8 GHz. Latvijā pašreiz situācija ar šīm frekvencēm ir diezgan sarežģīta un nav labvēlīga jaunu tirgus dalībnieku ienākšanai.

Vienīgā frekvenču josla, kur jau šobrīd ir pieejama WiMAX foruma sertificēta aparatūra, ir 3,5 GHz, kas Latvijā, tāpat kā lielākajā daļā Eiropas ir harmonizētais diapazons platjoslas bezvadu piekļuves sistēmām. Diemžēl šajā diapazonā var darboties tikai operatori, kas saņēmuši no Sabiedrisko pakalpojumu regulēšanas komisijas (SPRK) licenci attiecīgās spektra joslas izmantošanai. Kanālu skaits šajā diapazonā ir ierobežots – 6. kanāli 3.5 GHz joslā un 7. kanāli 3.6 GHz joslā. Tādējādi operatoru skaits, kas varētu ienākt Latvijas tirgū ar WiMAX pakalpojumiem ir ierobežots un noteikts, kā arī ir skaidri zināms, kuriem operatoriem Latvijā ir licences šo frekvenču izmantošanai. Tabulā 4.1. ir redzams kanālu sadalījums starp telekomunikāciju operatoriem.

Radiofrekvenču spektra harmonizētie diapazoni 3,4-3,8 GHz (1)

Diapazons	Kan.nr.	TS MHz	TX	CRS MHz	TX	Operators	Teritorija
3,5 GHz	1	3417		3517		TELE 2	Latvija
	2	3431		3531		TELE 2	Latvija
	3	3445		3545		UNISTARS	Latvija
	4	3459		3559		UNISTARS	Latvija
	5	3473		3573		LVRTC	Latvija
	6	3487		3587		LVRTC	Latvija
3,6 GHz	1	3608		3708		LVRTC	Latvija
	2	3622		3722		UNISTARS	Rīga,
	2	3622		3722		Microlink	Latvija, bez Rīgas
	3	3636		3736		UNISTARS	Latvija
	4	3650		3750		UNISTARS	Latvija
	5	3664		3764		UNISTARS	Rīga
	5	3664		3764		TELECENTRS	Latvija bez Rīgas
	6	3678		3778		Lattelecom	Latvija
7	3692		3792		Lattelecom	Latvija	

3.5 GHz frekvenču josla ir sadalīta jau deviņdesmitajos gados, taču arī šobrīd tiek izmantota visai nepilnīgi. Tele2 ir uzstādījis divas ne-WiMAX bāzes stacijas Rīgā, ko izmanto sava filiāļu tīkla vajadzībām, un ar to arī tīkla izbūve ir apstājusies. UNISTARS, kuram pieder vislielākais kanālu skaits, apgalvo ka veic tīkla izbūvi visā Latvijas teritorijā, lai gan par apjomiem nav īstas skaidrības. Izmantota tiek kompānijas Netro aparatūra, kas nav un nebūs WiMAX savietojama. LVRTC ir nodevis savas frekvences SIA Telecentrs rīcībā, kurš veicot eksperimentus ar dažādu ražotāju aprīkojumu. Lattelecom ir uzstādījis vienu bāzes staciju TV tornī un piedāvā pakalpojumus testa režīmā Mārupes un Ķengaraga iedzīvotājiem.

Vēl interesantāka situācija ir ar 2.5 GHz frekvenču spektru. Kopš 2005. gada, kad tika pieņemti Ministru Kabineta Noteikumi Nr. 276 „Par radiofrekvenču spektra joslu sadalījumu radiosakaru veidiem un iedalījumu radiosakaru sistēmām, kā arī par radiofrekvenču spektra joslu izmantošanas vispārīgajiem nosacījumiem”, tajos figurēja sekojošs punkts „Šo noteikumu 1.pielikuma 280.1., 281.1., 282.1. un 283.1.apakšpunktā noteiktais radiofrekvenču joslas iedalījums MMDS sistēmām ir spēkā līdz 2008. gada 1. janvārim. Ar 2008. gada 1. janvāri stājas spēkā šo noteikumu 1.pielikuma 280.2., 281.2., 282.2. un 283.2.apakšpunktā noteiktais radio frekvenču joslas iedalījums UMTS/IMT-2000 sistēmām.” Šis punkts attiecas uz 2520-2690 MHz frekvenču joslu, kuru izmanto SIA „Baltkom TV” savai MMDS sistēma – viens raidītājs Rīgas TV tornī, kas nodrošina ar signālu uztvērējus/retranslatorus Rīgā, Rīgas rajonā, Jūrmalā, Jelgavā, Jelgavas rajonā, Bauskas rajonā, Ogrē, Ogres rajonā un Tukuma rajonā.

Ar Eiropas Komisijas 2005 gada lēmumu ”ECC Decision of 18 March 2005 on harmonised utilisation of spectrum for IMT-2000/UMTS systems operating within the band 2500-2690 MHz” Eiropas dalībvalstīm bija uzdots šo spektru atbrīvot un Latvija bija tam piekritusi, atspoguļojot to MK noteikumos Nr. 276. Visos tirgus pētījumos tika publicēts, ka Latvijā no 2008. gada šīs frekvences būs pieejamas bezvadu platjoslas sistēmām un lielākā daļa tirgus dalībnieku dzīvoja pārliecībā ka tieši tā arī notiks. Taču Baltkom jau 2007. gada 25. maijā iesniedz pieprasījumu SPRK pagarināt tam lietošanas tiesības minētajām frekvenču joslām uz 10 gadiem. SPRK, pamatojoties uz MK noteikumiem Nr. 276 un Elektronisko sakaru likuma 47.pantu, šo pieprasījumu noraida. Taču Satiksmes ministrija 2007. gada jūlijā iesniedz Ministru Kabineta projektu „Grozījumi Ministru kabineta 2005.gada 19.aprīļa noteikumos Nr.276 „Noteikumi par radiofrekvenču spektra joslu sadalījumu radiosakaru veidiem un iedalījumu radiosakaru sistēmām, kā arī par radiofrekvenču spektra joslu

izmantošanas vispārīgajiem nosacījumiem””, kurā paredz pagarināt termiņu radiofrekvenču spektra joslas 2500MHz – 2690MHz izmantošanai MMDS sistēmām līdz 2013.gada 31.decembrim. Lēmums par šo projektu tiek atliks vairākas reizes, līdz, beidzot, 2007. gada 18. decembra sēdē (kas ir pēdējā 2007. gadā) Ministru kabinets akceptē šīs izmaiņas. Jau 2007. gada 19. decembrī SPRK pagarina SIA „Baltkom TV” lietošanas tiesības uz šiem frekvenču resursiem līdz 2013. gada 31.decembrim.

Pateicoties šādiem nesaprotamiem valsts institūciju lēmumiem 2.5 GHz frekvenču joslu izmantošana WiMAX vai citām platjoslas datu pārraides tehnoloģijām ir aizkavēta vismaz uz pieciem gadiem par labu morāli novecojušajai Baltkom MMDS TV apraidei.

4.6.2. Valsts atbalsts un politika

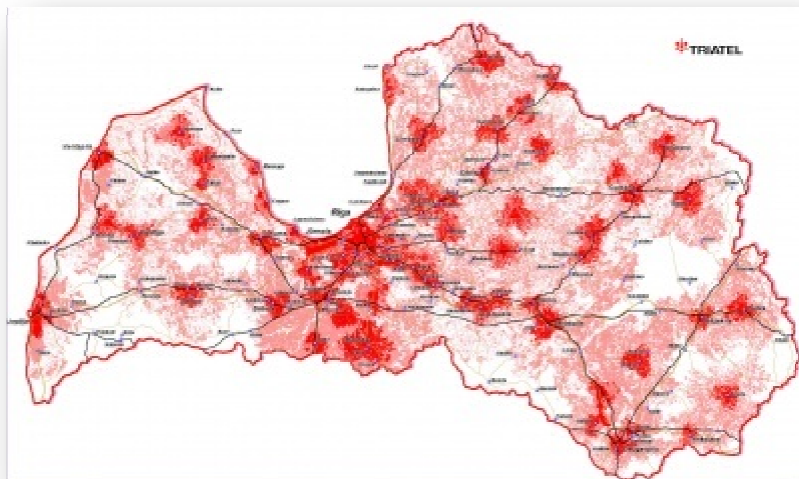
Neskatoties uz daudzajiem politiskajiem dokumentiem, mērķprogrammām un deklarācijām, praksē situācija ar valsts atbalstu platjoslas attīstībai un interneta pieejamība Latvijā ir neapmierinoša. Lai arī ir viennozīmīgs Eiropas atbalsts un iespējas iegūt nepieciešamo finansējumu, vienīgais nozīmīgais valsts līmeņa projekts bija LR Satiksmes Ministrijas (SM) virzītais „Platjoslas sakaru infrastruktūras attīstība lauku apvidos.” 2006. gadā.

Projekts balstīts uz “Latvijas Republikas elektronisko sakaru politikas nostāja 2004. – 2008. gadam” un “Platjoslu tīklu attīstības stratēģija 2006. – 2012. gadam”, ko apstiprināja 2005. gada 13. decembrī saskaņā ar 2005. gada 21. aprīlī apstiprināto “Latvijas Republikas elektronisko sakaru nozares politikas pamatnostādņu 2004. – 2008. gadam īstenošanas programma”. Tā laikā paredzēts 4,03 miljonu latu apmērā izveidot elektronisko sakaru tīklu infrastruktūru Latvijas teritorijās, kur tā nav pieejama, lai elektronisko sakaru komersanti varētu nodrošināt kvalitatīvu interneta pakalpojumu sniegšanu lietotājiem (10).

No kopējā attiecināmā nacionālās programmas projekta "Platjoslas sakaru infrastruktūras attīstība lauku apvidos" finansējuma 4,03 miljonu latu apmērā 75% veido Eiropas Rekonstrukcijas un Attīstības fonds (ERAF), bet 25% - Latvijas valsts budžeta līdzfinansējums. ERAF un valsts budžeta līdzekļi veido publisko finansējumu, ar kuru 35% apmērā paredzēts līdzfinansēt komersantu ieguldījumus platjoslu interneta tīklu izveidē.

Jāatzīmē, ka konkursā prasītā infrastruktūras izbūve nekādā veidā nesekmē augstākminētajos stratēģiskajos dokumentos minēto platjoslas attīstību un pieejamību iedzīvotājiem. Vērtēšanas kritēriji ir visai pretrunīgi un konkursa gaitā tika mainīti no SM puses, kā arī nesakrīt ar augstākminēto nacionālo programmu. Tā visa rezultātā konkursā pieteicās tikai viens pretendents - SIA „Telekom Baltija”, kas tirgū pazīstams ar zīmolu TRIATEL, un, neskatoties uz citu tirgus dalībnieku (Lattelecom, Telia Latvija, IZZI) sūdzībām, tika atzīts par uzvarētāju.

Izvērtējot projekta gaitu no šīsdiēnas skatupunkta varam secināt – ir izlietoti pietiekoši lieli ERAF un valsts līdzekļi, kas ieguldīti viena konkrēta operatora tīkla attīstībā, bez kāda acīmredzama ieguvuma platjoslas pieslēgumu attīstībai lauku apvidos. Satiksmes ministrija plašsaziņas līdzekļos turpina apgalvot „Jau 2008. gada jūlijā 95% Latvijas teritorijas būs pieejama platjoslu sakaru infrastruktūra, kas pavērs plašākas interneta pakalpojumu iespējas arī lauku apvidos. To nodrošinās platjoslu sakaru infrastruktūras izveidē ieguldītie 15 miljoni latu.” (22) Savukārt paša Telekom Baltija mājas lapā redzamais pārklājums ne tuvu nav tik liels. Kā redzams no att. 4.2., tas sastāda labi ja 40% Latvijas teritorijas. Maz ticams, ka atlikušajos mēnešos pārklājums radikāli pieaugs.



4.2. att. Triatel pārklājums

Tāpat arī netiek piedāvāts 2Mbps pakalpojums, lai gan iesniegtajā piedāvājumā tas figurēja. CDMA standarta tīkls, ko izmanto Telekom Baltija, pat ar EV-DO uzlabojumiem, nespēj nodrošināt lielāku kapacitāti kā 3 Mbps vienā radiofrekvenču kanālā. Telekom Baltija pieejami divi 1250 KHz kanāli 450 MHz frekvenču joslā, tātad, no katras bāzes stacijas iespējams nodrošināt ne vairāk kā 6 Mbps summāro jaudu, kas ir acīmredzami nepietiekoši visas Latvijas „internetizācijai”. Respektīvi, Telekom Baltija nespēj nodrošināt platjoslas pieslēgumus visiem valsts iedzīvotājiem pat gadījumā, ja ļoti to vēlas, jo kompānijas rīcībā nav nepieciešamo resursu. Pie tam, šie fakti bija labi zināmi Satiksmes ministrijai, izvērtējot iesniegtos piedāvājumus, taču tika atstāti bez ievērības.

4.6.3. Konkurence

Par galvenajiem WiMAX konkurentiem Latvijas tirgū jāuzskata mobilo tīklu operatori, kuri bez balss pakalpojumiem spēj nodrošināt arī datu pārraidi savu pārklājumu robežās.

No tiem visaktīvāk datu pārraidi reklamē Telekom Baltija, taču iepriekšējā sadaļā izskatīto resursu trūkumu dēļ, par nopietnu konkurentu to nevar uzskatīt. Tuvākajā laikā nav paredzams, ka tas varētu nodrošināt lielāku datu pārraides ātrumu, ja nu vienīgi ieviešot savā CDMA tīklā EV-DO Rev B standartu, kas pagaidām ir tikai izstrādes un testēšanas stadijā un nav ieviests neviena operatora tīklā. Jāatzīmē ka Telekom Baltija tika šogad ir pabeidzis pāreju no 1x EV-DO uz EV-DO Rev A, palielinot maksimālo caurlaides spēju no 1Mbps līdz 3Mbps, un ir maz ticams, ka būs gatavs jaunām investīcijām tuvākajā laikā.

GSM/UMTS operatori frekvenču joslu ziņā ir visnotaļ nodrošināti – savulaik tie ieguvuši lielu daļu radiofrekvenču spektra, gan samaksājot pietiekoši lielas naudas summas izsolēs. Visi trīs Latvijas tirgū esoši operatori – LMT, TELE2 un Bite piedāvā visai plašu datu pakalpojumu spektru, sākot no GSM iezvanpieejas ar ātrumu 9600bps un beidzot ar 3.5G tehnoloģiju HSDPA, kam teorētiski iespējams pat 7,2 Mbps ātrums. Jāatzīmē ka HSDPA pieejamības ziņā Latvija izceļas uz citu pasaules valstu fona – ja pie mums to nodrošina visi operatori, tad daudzās valstīs to nav vispār vai ir tikai viens pakalpojuma sniedzējs. Tas izskaidrojams ar Latvijas salīdzinoši jauno infrastruktūru – mobilo tīklu izbūve uzsākta nesen, salīdzinot ar citām valstīm. Līdz ar to arī aparatūra nodrošina plašākas tehniskās iespējas un jaunus pakalpojumus. Tieši tādēļ Bite visos plašsaziņas līdzekļos reklamē, ka nodrošinās

ātrgaitas internetu visā Latvijas teritorijā – visas iepirktās bāzes stacijas jau tiek piegādātas ar HSDPA nodrošinājumu, līdz ar to šāda „apņemšanās” neko nemaksā. Savukārt visrezervētāk HSDPA ieviešanai piegājis LMT, ko var izskaidrot ar relatīvi visvecāko aparatūru, kam uzlabošana līdz UMTS/HSDPA bieži nozīmē pilnīgu bāzes stacijas nomaiņu.

Tikpat nopietna problēma mobilajiem operatoriem ir bāzes staciju pieslēgumi. Lielākā daļa no tām ir pieslēgta tīklam ar vienu vai divām E1 TDM līniju, kuru kopējā kapacitāte ir attiecīgi 2Mbps vai 4Mbps. Tāpat maģistrālie tīkli nav īsti gatavi ātrgaitas interneta datu transportam, jo būvēti balss pakalpojumu nodrošināšanas vajadzībām. Piemēram, LMT optiskās maģistrāles, kas nodrošina visu Vidzemes un Latgales teritoriju, datu pārraides nesējs ir STM-4, kas nodrošina 622Mbps datu pārraides ātrumu. Jāņem vērā ka lielāko daļu šīs kapacitātes patērē balss transports un datiem paliek 100-200Mbps, kas ir daudz par maz pus valsts nodrošināšanai ar platjoslas pakalpojumiem.

Līdz ar to šobrīd visi operatori reklamē datu pārraides pakalpojumus ar iespaidīgiem ātrumiem (3, 3.6, 7.2 Mbps), taču dabā lietotāji iegūst daudz mazākus apjomus, kas, loģiski, izsauc neapmierinātību. Palasot atsauksmes internetā, vislielāko nežēlastību ir izpelnījies Telekom Baltija (Triatel), kurš ne tikai nespēj nodrošināt solītos 3 Mbps, bet arī ierobežo maksimālo lejupielādējamo datu apjomu mēnesī – ja lietotājs pārsniedz 5Gb robežu, pakalpojums pārstāj funkcionēt.

HSDPA operatori savukārt piemēro abonentiem maksu par lejupielādēto datu apjomu, kas it kā nav liela, taču beigās sadārdzina pakalpojumu diezgan jūtami. 1 Mb lejupielādēšana LMT tīkla, atkarībā no tarifu plāna, maksā 0,08-0,15 LVL, TELE2 0,045-0,105 LVL. Piemēram, vienas video filmas lejupielādēšana (700Mb x 0,08 = 56) LMT HSDPA tīklā maksātu lietotājam 56 LVL pat pie lētākā tarifa. Bite mēģina izcelties ar piedāvājumu, kas prasa no lietotāja tikai mēneša abonēšanas maksu un dod neierobežotu datu pārraidi bez trafika uzskaites, taču realitātē ierobežo maksimālo lejupielādējamo datu apjomu pie 3000Mb.

5. WIMAX TĪKLA IZBŪVE LATVIJĀ

Lai nodrošinātu Latvijā atbilstošu platjoslas pakalpojumu pieejamību visā valsts teritorijā, izmantojot tradicionālās kabeļu sistēmas, nepieciešamas grandiozas investīcijas un ilgs laika periods. Tādēļ tīkla izbūvi lietderīgāk veikt izmantojot bezvadu tehnoloģiju, konkrēti – WiMAX. Tas ļautu nodrošināt platjoslas pakalpojumus ne tikai apdzīvotās vietās, bet jebkurā ģeogrāfiskā punktā, kurš atrodas WiMAX bāzes stacijas sniedzamības zonā. Tiktu atrisinātas arī problēmas ar telefonsakaru nepieejamību nomaļos valsts reģionos, jo WiMAX tīklu būtu iespējams izmantot arī kvalitatīvai balss pārraidei. Turpmākajās apakšnodaļās tiks apskatītas iespējas un veikti aprēķini visu Latvijas teritoriju aptveroša WiMAX tīkla izbūvei, kā arī aprēķināti tīkla izbūves ekonomiskie rādītāji, investīcijas, atmaksāšanās periods, potenciālā peļņa.

5.1. Demogrāfiskā situācija un klientu skaits

Izbūvējot tīklu visā Latvijas teritorijā, visi iedzīvotāji var tikt uzskatīti par potenciālajiem klientiem. Taču jāņem vērā tādi svarīgi faktori, kā iedzīvotāju blīvums un mājsaimniecību skaits, jo paredzams viens pieslēgums uz mājsaimniecību, nevis savs katram iedzīvotājam. Bez tam būtisks faktors ir datoru pieejamība, lai vispār rastos vajadzība pēc datu pārraides pakalpojumiem.

Iedzīvotāju blīvumam konkrētajā reģionā ir būtiska ietekme uz bāzes staciju izmaksām – nepieciešams lielāks skaits bāzes staciju lai nodrošinātu tādu pašu pieejamo kapacitāti lielākam iedzīvotāju skaitam. Atsevišķa grupā ir izdalītas Latvijas pilsētas ar iedzīvotāju blīvumu virs 1000 cilvēkiem uz km². Šeit jāņem vērā nelabvēlīgie apstākļi radioviļņu izplatībai, ko rada daudzstāvu apbūve, elektromagnētiskie traucējumi un interference, kā arī lielā konkurence no citu operatoru puses. Šo iemeslu dēļ Latvija sadalīta piecos reģionos – lielākās pilsētas, kas ietver Rīgu, Daugavpili, Jelgavu, Liepāju un Rēzekni, kā arī četri tradicionālie novadi – Vidzeme, Zemgale, Kurzeme un Latgale. Iedzīvotāju blīvums un mājsaimniecību skaits Latvijā redzams tab. 5.1.

Iedzīvotāju blīvums Latvijas reģionos 2007. gadā (12)

	Platība, km ²	Iedzīvotāju blīvums (cilvēki uz 1km ² teritorijas)	Iedzīvotāju skaits	Mājsaimniecību skaits
Rīga	307	2353.4	722 494	288 998
Daugavpils	73	1480.7	108 091	43 236
Jelgava	60	1100.9	66 054	26 422
Jūrmala	100	554.1	55 410	22 164
Liepāja	60	1424.6	85 476	34 190
Rēzekne	18	2019.2	36 346	14 538
Ventspils	55	791.7	43 544	17 417
Aizkraukles rajons	2567	15.6	40 045	16 018
Alūksnes rajons	2245	10.9	24 471	9 788
Balvu rajons	2381	11.4	27 143	10 857
Bauskas rajons	1881	27.1	50 975	20 390
Cēsu rajons	2973	19	56 487	22 595
Daugavpils rajons	2526	15.6	39 406	15 762
Dobeles rajons	1632	23.3	38 026	15 210
Gulbenes rajons	1876	14	26 264	10 506
Jelgavas rajons	1605	23	36 915	14 766
Jēkabpils rajons	2997	17.5	52 448	20 979
Krāslavas rajons	2288	14.6	33 405	13 362
Kuldīgas rajons	2500	14.3	35 750	14 300
Liepājas rajons	3593	12.2	43 835	17 534
Limbažu rajons	2602	14.5	37 729	15 092
Ludzas rajons	2412	13	31 356	12 542
Madonas rajons	3349	12.8	42 867	17 147
Ogres rajons	1843	34.8	64 136	25 655
Preiļu rajons	2042	18.8	38 390	15 356
Rēzeknes rajons	2809	14.4	40 450	16 180

Rīgas rajons	3132	51.4	160 985	64 394
Saldus rajons	2182	16.8	36 658	14 663
Talsu rajons	2748	17	46 716	18 686
Tukuma rajons	2457	22.3	54 791	21 916
Valkas rajons	2441	13	31 733	12 693
Valmieras rajons	2373	24.6	58 376	23 350
Ventspils rajons	2462	5.7	14 033	5 613

Būtisks faktors potenciālo klientu skaita noteikšanai ir datoru un interneta pieejamība reģionos – iedzīvotājiem, kam nav datora, nav nepieciešami platjoslas pakalpojumi. Tab. 5.2. redzama datoru un interneta pieejamība iedzīvotājiem, kas ļauj prognozēt potenciālo klientu skaitu pa reģioniem. Fakts, ka internets ir pieejams lielākam skaitam iedzīvotāju, nekā dators, izskaidrojams ar to, ka daļa iedzīvotāju pieejai internetam lieto mobilos telefonus.

5.2. tabula

Datoru un interneta pieejamība Latvijas reģionos 2007. gadā (% no iedzīvotāju kopskaita) (12)

	Dators	Internets
LATVIJA	49.2	50.5
Rīgas reģions	63.3	60.4
Pierīgas reģions	57.0	59.5
Vidzemes reģions	40.6	37.4
Kurzemes reģions	41.6	48.1
Zemgales reģions	49.6	48.4
Latgales reģions	31.8	32.3

Tab. 5.3. redzami veiktie potenciālo klientu skaita aprēķini, ņemot vērā mājsaimniecību skaitu un datoru pieejamību. Nākamajiem gadiem platjoslas pieejamības prognozes veiktas visai uzmanīgi un pieauguma tempi ņemti zemāki, nekā iepriekšējos periodos.

Mājsaimniecību skaits pa reģioniem un potenciālo klientu skaits, izņemot no datoru pieejamības un internetizācijas pakāpes.

	2009	2010	2011	2012	2013
Mājsaimniecību skaits					
Lielākās pilsētas	407 384	407 384	407 384	407 384	407 384
Zemgale	199 576	199 576	199 576	199 576	199 576
Vidzeme	111 171	111 171	111 171	111 171	111 171
Kurzeme	110 130	110 130	110 130	110 130	110 130
Latgale	84 060	84 060	84 060	84 060	84 060
Platjoslas pieejamība					
Lielākās pilsētas	40%	50%	60%	70%	75%
Zemgale	25%	35%	45%	50%	55%
Vidzeme	20%	30%	40%	45%	50%
Kurzeme	25%	35%	45%	50%	55%
Latgale	20%	25%	35%	40%	40%
Potenciālie klienti					
Lielākās pilsētas	162 954	203 692	244 431	285 169	305 538
Zemgale	49 894	69 852	89 809	99 788	109 767
Vidzeme	22 234	33 351	44 468	50 027	55 585
Kurzeme	27 533	38 546	49 559	55 065	60 572
Latgale	16 812	21 015	29 421	33 624	33 624

Biznesa lietotāju skaits tiek pieņemts 10% no visiem klientiem, kas ļauj efektīvāk izmantot infrastruktūru un pieejamos tīkla resursus, jo izmantot visu kapacitāti tikai mājas lietotājiem pie Latvijas iedzīvotāju skaita nav ekonomiski izdevīgi.

5.2. *Tirgus perspektīvas*

Uz WiMAX tehnoloģijas bāzēti platjoslas bezvadu tīkli dod operatoram iespēju efektīvi konkurēt datu pārraides pakalpojumu un Internet piekļuves tirgus segmentos. WiMAX risinājumi piedāvā augstu pakalpojumu kvalitāti, kas ir salīdzināma ar tradicionālo kabeļtīklu operatoru pakalpojumu kvalitāti un pat pārspēj to. Uz starptautiskiem standartiem (IEEE 802.16) bāzēts risinājums nodrošina atvēru tirgu un brīvu konkurenci ražotāju starpā, automātiski dodot operatoram izvēles iespējas un konkurētspējīgas cenas. Ņemot vērā tādu industrijas gigantu, kā Intel, interesi par WiMAX komponentu ražošanu, kā arī paredzamo ražošanas apjomu, aparatūrai paredzama pietiekoši zema pašizmaksa.

Bezvadu tehnoloģijas izmantošana dod operatoram salīdzinoši lielu rīcības brīvību klientu izvēles un apkalpošanas jomā. Kabeļtīklu operatoriem jāiegulda pietiekoši lielas investīcijas, lai nokļūtu līdz klientam, kā arī nav iespējams šīs investīcijas atgūt, ja klients atsakās no tālākas pakalpojumu izmantošanas. Savukārt WiMAX gadījumā ir unificēta klienta gala iekārta, kuras izmaksas ir fiksētas un nav atkarīgas no konkrētā pieslēguma atrašanās vietas. Bez tam, līguma laušanas gadījumā, demontēto aparatūru iespējams izmantot cita pieslēguma nodrošināšanai bez papildus investīcijām.

Pietiekoši lielais darbības attālums un spēja darboties bez tiešās redzamības padara WiMAX tehnoloģiju konkurētspējīgu daudzos potenciālajos tirgus segmentos. Sākotnēji tehnoloģija tika radīta kā alternatīva DSL, kabeļtīklu vai ciparu nomāto līniju pakalpojumiem, nodrošinot „pēdējās jūdzes” pieslēgumus. Dotajā gadījumā tiks apskatīti šādi potenciālie tirgus segmenti:

- Iedzīvotāju ātrgaitas interneta pieslēgumi. Šobrīd lielāko vairumu šo pieslēgumu nodrošina DSL vai kabeļtīklu operatori. Taču ne visur šie pakalpojumi ir pieejami, vai arī netiek nodrošināti atbilstošā kvalitātē. Lauku rajonos lietotājiem tiek piedāvāti vienīgi iezvanpieejas pakalpojumi.
- Biznesa lietotāji – privātie vai valsts uzņēmumi. Tāpat kā individuālie lietotāji, bieži nesaņem nepieciešamos pakalpojumus, īpaši ārpus Rīgas un lielākajām pilsētām. WiMAX tehnoloģija spēj nodrošināt efektīvu pakalpojuma piegādi

arī reģionos ar nelielu iedzīvotāju blīvumu, saglabājot izmaksas konkurētspējīgā līmenī.

Šajā plānā nav iekļauti šādi potenciālie pakalpojumi, lai gan nākotnē arī tie var nest operatoram papildus ienākumus:

- Mobilo operatoru bāzes staciju savienošana. Pašreiz bāzes stacijas savienotas galvenokārt izmantojot ciparu nomātās līnijas vai mikroviļņu radioreleju punkts-punkts līnijas. Taču abos gadījumos WiMAX spēj piedāvāt ekonomiski pamatotu risinājumu un izmaksu samazinājumu, nezaudējot pakalpojumu kvalitāti. Bez tam WiMAX ļauto mobilajiem operatoriem palielināt datu pārraide kapacitāti, kas nepieciešama jauno ātrgaitas 3G/3.5G datu pakalpojumu nodrošināšanai, nepasliktinot esošo „vecu” pakalpojumu kvalitāti.
- Speciālo dienestu vajadzības un privātie tīkli. Platjoslas datu pieslēgumu pieejamība neatkarīgi no atrašanās vietas paver jaunas iespējas speciālo dienestu, kā glābšanas dienests, policija u.c. darbā, nodrošinot jaudīgus datu pārraides pakalpojumus lauka apstākļos. Tāpat potenciālo klientu lokā ir ražošanas kompleksu, mācību iestāžu un tamlīdzīgu organizāciju privātie tīkli, kur struktūrvienības atrodas ģeogrāfiski attālinātos punktos.
- Publisko WiFi pieejas punktu savienošana. Prakse rāda, ka publiskie WiFi interneta pieejas punkti tiek instalēti ar pieaugošu intensitāti, taču bieži rodas problēmas ar pietiekošas kapacitātes interneta pieslēguma pieejamību. WiMAX spēj nodrošināt šādu risinājumu, kā arī, nepieciešamības gadījumā, kalpot WiFi pieejas punktu savstarpēja savienošanai un darbības rādiusa palielināšanai.

Par galvenajiem uzņēmuma mērķiem var izvirzīt kļūšanu par vadošo datu pakalpojumu operatoru teritorijās ar zemāku iedzīvotāju blīvumu, kur ir vāji attīstīts kabeļu tīkls, kā arī radīt nozīmīgu konkurenci esošajiem operatoriem Rīgā un citās lielākajās Latvijas pilsētās.

Jārēķinās ar būtisku konkurenci no citu operatoru puses. Kā nozīmīgākais jāmin Lattelecom ar saviem DSL pakalpojumiem, kuri pieejami visās lielākajās pilsētās un atsevišķās lauku teritorijās. Tāpat jāņem vērā vietējie ethernet tīklu operatori bieži apdzīvotajos rajonos, kuri piedāvā zemas kvalitātes pakalpojumus, toties par zemām cenām, tādējādi piesaistot mazāk izglītotos klientus, kuri nespēj izvērtēt un salīdzināt pakalpojumu kvalitāti. Lauku teritorijās jāņem vērā konkurenci no bezvadu tīklu operatoriem, kā Telia Latvija, Telecentrs un Unistars.

5.3. Tehniskais risinājums

Ņemot vērā faktu, ka 802.16e standarts ir nesen pieņemts un aparatūra vēl atrodas izstrādes stadijā, tīkla izbūve tiks bāzēta uz 802.16d-2004 standarta aparatūru, kura ir pieejama tirgū un ir izgājusi WiMAX foruma sertifikāciju. Vēlākai pārejai uz 802.16e atsevišķi aparatūras ražotāji sola programmatūras uzlabojumus, nemainot pašu aprīkojumu. Izdarot piegādātāja izvēli, būtu jāpievērš uzmanība šādai iespējai, lai izvairītos no papildus investīcijām, pārejot uz jauno IEEE 802.16e standartu, kas vairumā gadījumu ir tikai laika jautājums. Tāpat būtu ieteicams izvēlēties piegādātāju, kura aparatūra jau ieguvusi WiMAX foruma sertifikātu, jo tas ļauj būt pārliecinātam par IEEE 802.16d-2005 prasību ievērošanu un savietojamību ar citu ražotāju produktiem.

WiMAX tīkla topoloģija lielā mērā atbilst mobilo tīklu, kā arī citu platjoslas bezvadu tīklu topoloģijām – pārklājums tiek veidots, izvietojot stratēģiskos punktus bāzes stacijas punkts-daudzpunkts arhitektūrā, kas nodrošina pakalpojumu pieejamību vairāku kilometru rādiusā, atkarībā no darbības frekvencēm, raidītāja jaudas un uztvērēja jutības. Reģionos ar lielu iedzīvotāju blīvumu sektora kapacitāte, nevis attālums varētu būt noteicošais pārklājumu ierobežojošais faktors, jo radio spektra un līdz ar to arī datu pārraides resursi ir ierobežoti. Bāzes stacijas pievienotas pamattīklam izmantojot optisko šķiedru pieslēgumus, punkts-punkts mikroviļņu radioreleju līnijas vai fiksētā tīkla operatoru nomātās līnijas. Kā galvenās investīciju kategorijas jāmin:

- Gala lietotāja aparatūra (*Customer Premises Equipment – CPE*);
- Bāzes stacijas aprīkojums;

- Pamat un sadales tīkla aprīkojums.

Esošam operatoram ar jau izvērstu infrastruktūru, kas plāno WiMAX izmantot tīkla paplašināšanai, pamattīkls un sadales tīkls jau eksistē, vienīgi var rasties nepieciešamības kapacitātes palielināšanai. Jaunam operatoram šī investīciju daļa sastāda diezgan jūtamu procentu, taču, ņemot vērā, ka izmaksas tiks sadalītas uz vairākiem tūkstošiem klientu pieslēgumu un atmaksātas ilgstošā laika periodā, tās neatstās jūtamu iespaidu uz ilgtermiņa finanšu rādītājiem.

Tīkla bezvadu daļa sākas ar WiMAX bāzes staciju, kas pievienota ar optiskā kabeļa vai ciparu nomātās līnijas palīdzību, vai arī ar punkts-punkts radioreleju līniju līdz attālinātai bāzes stacijai. Radiopieslēguma gadījumā jāņem vērā bāzes stacijai nepieciešamā kapacitāte, lai šis posms neradītu traucējumus pakalpojumu nodrošināšanā. Var tikt izmantots jebkurš no tirgū pieejamajiem punkts-punkts risinājumiem WiMAX vai jebkurā citā frekvenču joslā, kas atbilst operatora licences nosacījumiem un nodrošina nepieciešamo kapacitāti. Bez WiMAX aprīkojuma izmaksām bāzes stacijas darbības nodrošināšanai var būt nepieciešami nepārtrauktas barošanas avoti, aparatūras skapji vai konteineri ar klimata kontroles funkcionalitāti, kā arī iespējama nepieciešamā aprīkojums, lai nodrošinātu savienojumu ar pamattīklu. Nākamais nozīmīgais izmaksu pozīcija ir antenu masti, torņi, kabeļu kanalizācija un kabeļi, kā arī sagatavošanās un montāžas darbi, kas nepieciešami bāzes stacijas instalācijai. Lai šīs izmaksas neatstātu pārāk lielu ietekmi, sākotnēji jāizvērtē potenciālo klientu skaits bāzes stacijas darbības zonā.

WiMAX gala lietotāju aprīkojums ir pieejams dažādās modifikācijās, nodrošinot dažādu pakalpojumu pieejamību, kā arī dažādu klientu segmentu vajadzības. Privāto klientu vajadzībām paredzētie termināli būtu jākomplektē ar Ethernet portu datu pārraides pakalpojumiem un POTS savienojumu VoIP vajadzībām. Ir pieejami gan īpaši instalējami un regulējami termināli, ko parasti uzstāda operators, gan arī pašinstalējami termināli, ko klients var uzstādīt bez citu palīdzības. Jārēķinās gan, ka pašinstalējamie termināli ar iebūvētu antenu nodrošinās jūtami mazāku tūldarbību un būs pielietojami tikai WiMAX bāzes stacijas tuvumā. Daudzdzīvokļu mājās lietderīgi uzstādīt vienu WiMAX termināli un izmantot esošo mājas telekomunikāciju infrastruktūru pakalpojuma piegādei gala lietotājam, piemēram, nelielas kapacitātes DSLAM un DSL modemus pie klienta, izmantojot esošo telefonijas kabeļu tīklu. Lielākas veiktspējas biznesa klases termināli parasti tiek komplektēti ne tikai ar 10/100BaseT

Ethernet porti, bet arī ar T1 vai E1 porti, lai nodrošinātu biznesa lietotāju vajadzības pēc TDM pakalpojumiem, teiksim PBX savienošanai.

5.4. Pakalpojumi un ieņēmumi

Tabulā 5.4. tiek apskatīti lietotājiem piedāvātie pakalpojumi un vidējie plānotie ieņēmumi no viena lietotāja pirmā gada laikā. Ieņēmumi prognozēti, ņemot vērā galveno konkurentu, piemēram, DSL, pašreizējās cenas un pakalpojuma kvalitāti. Mājas lietotājiem cena ir salīdzinoši zema, lai nodrošinātu klientu pieplūdumu un konkurētspēju arī reģionos, kur jau pieejami citu operatoru pakalpojumi.

Papildus datu pārraides un interneta pieejas pakalpojumiem, paredzams sniegt arī balss pakalpojumus – fiksēto telefoniju, izmantojot WiMAX tīklu. Pie prognozējamajiem ieņēmumiem vēl tiek pieskaitītas vienreizējās ierīkošanas maksas un aparatūras īre, ja klients neiegādājas savu datu pārraides aparatūru. Šie ieņēmumi ir nemainīgi visā apskatītajā periodā.

Netiek ņemta vērā potenciālā maksa par radio frekvenču izmantošanu un izmantošanas tiesību iegūšanu, jo pirmā ir pietiekoši maza, lai neiespaidotu aprēķinus, savukārt otra nav prognozējama.

5.4. tabula

Pakalpojumu un ieņēmumu prognoze

Pakalpojums	Datu pārraides ātrums	Virspārdošanas faktors	Vidējie plānotie ieņēmumi no klienta	Procentuālais sadalījums
Privātie lietotāji				
Internet pieeja	1 Mbps	20:1	LVL 10	100%
Balss	64 kbps	4:1	LVL 5	30%

telefonija (VoIP)				
Vidējie plānotie mēneša ieņēmumi no privātpersonām			LVL 11.66	
Vienreizēja instalācijas maksa privātpersonām			LVL 20	
Biznesa klienti				
Pamata pakalpojums	1 Mbps CIR 3 Mbps MIR	4:1	LVL 45	90%
Zelta pakalpojums	2 Mbps CIR 6 Mbps MIR	4:1	LVL 95	10%
Vidējie plānotie mēneša ieņēmumi no biznesa lietotājiem			LVL 50	
Vienreizēja instalācijas maksa biznesa lietotājiem			LVL 50	

Biznesa lietotājiem, lai pamatotu salīdzinoši lielāko maksu, tiek piedāvāti bez maksas dažādi papildpakalpojumi, kā bezmaksas e-pasta kastītes, www lapu izvietošana, 24x7 palīdzības dienests u.c. Kā arī jāatzīmē daudz mazākais virspārdošanas koeficients, kas nodrošina augstāku pakalpojuma kvalitāti pīķa stundās.

5.5. Investīcijas

Tabulā 5.5. redzama analīze par kapitālieguldījumu posteņiem, to periodiskumu un apkopota ietekme uz visa projekta kopējiem finansu rādītājiem.

Kapitālizdevumu apkopojums un ietekme uz biznesa plānu

Kapitālizdevumu postenis	Investīciju veids	Ietekme uz atmaksāšanos
Pamattīkls un sadales tīkls	Vienreizējs: tieši izdevumi lai izvērstu tīklu un nodrošinātu bāzes stacijas	Minimāla: izmaksas tiek sadalītas uz visiem klientiem. Parasti ne vairāk par LVL10 uz klientu biezi apdzīvotos rajonos.
Bāzes staciju infrastruktūra (WiMAX aprīkojums, torņi, darbi utt.)	Periodisks: pakāpeniski izdevumi, tieši atkarīgi no tīkla izbūves tempiem. Operators var sākotnēji pievērst lielāku uzmanību rajoniem ar lielāko potenciālo klientu skaitu.	Vidēja: izdevumi sadalīti uz 1000 vai vairāk klientiem. Parasti zem LVL 100 uz klientu pie maksimālas bāzes stacijas noslodzes. Var būt vairāk rajonos ar zemu iedzīvotāju blīvumu.
Klientu termināli	Periodisks: investīcijas nepieciešams, kad klients parakstījis līgumu. Izmaksas iespējams samazināt pieprasot instalācijas maksu.	Liela: Ja operators piegādā visu aparatūru bez maksas. Vidēja: Ja investīcijas tiek kompensētas ar aparatūras nomas maksu. Neliela: Ja lielākā daļa klientu paši iegādājas aprīkojumu.

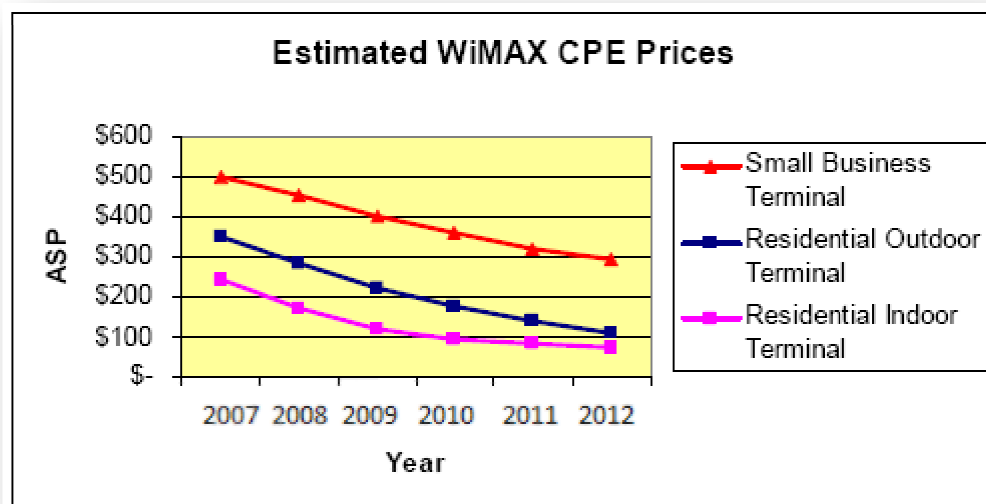
5.5.1. Klientu terminālu izmaksas

Lietotāju terminālu izmaksu ietekme uz biznesa plānu ir atkarīga no operatora lēmuma par šo investīciju atpelnišanas mehānismu. Iespējamie varianti ir šādi:

- Operators uzņemas visas aprīkojuma un instalācijas darbu izmaksas, pretī pieprasot ilgtermiņa līgumus par pakalpojumu izmantošanu;
- Operators samazina terminālu izmaksas, pieprasot vienreizēju instalācijas maksu un/vai aprīkojuma īres maksu;
- Operators veicina klientu vēlmi iegādāties terminālus par saviem līdzekļiem, piedāvājot atlaides par pakalpojumiem vai aparatūru par salīdzinoši zemām cenām.

Atkarībā no izvēlēta modeļa CPE izmaksu ietekme uz aprēķiniem var būt neliela, vidēja vai nozīmīga. Parasti gan operatori, gan aparatūras ražotāji ir ieinteresēti panākt tādu terminālu cenu līmeni, lai lielākā daļa klientu bez problēmām varētu iegādāties gala aparatūru paši. Lai gan jāatceras, ka pašinstalējamo iekštelpu terminālu lietošana būtiski ietekmē bāzes stacijas pārklājumu, kas savukārt tieši ietekmē investīcijas bāzes stacijās.

Klientu terminālu cenas ir būtisks faktors, kas ietekmē pakalpojuma cenu, tādēļ būtiski nozīmīgas ir šo iekārtu izmaksu prognozes. Izskatās, ka lielākā daļa ražotāju un operatoru ir vienprātis, ka USD 100 ir pieņems cenu līmenis. Pašinstalējamie iekštelpu termināli varētu sasniegt šādu cenu līmeni jau 2009. gada beigās, savukārt ārpusējo CPE iekārtas ap 2012. gadu. Attēlā 5.1. redzamas dažādu terminālu tipu prognozējamās tirgus cenas.



5.1. att. WiMAX aparatūras cenu prognoze (14)

Cenu krituma prognozes balstītas uz ražošanas apjomu pieaugumu, kas palielina ražošanas efektivitāti un samazina ražošanas pašizmaksu. Kā redzams biznesa lietotājiem paredzēto iekārtu cenu kritums ir mazāks par privāto klientu pieslēgumiem paredzēto iekārtu cenu kritumu, kas izskaidrojams ar salīdzinoši mazākajiem pārdošanas un, līdz ar to, arī ražošanas apjomiem.

Tab. 5.6. apskatīti vairāki privātmājdzīvotāju pieslēgumu scenāriji un CPE izmaksu ietekme. Viena pieslēguma CAPEX iekļauj visas ar instalāciju saistītās izmaksas, no kurām atņemta vienreizējā instalācijas maksa, ko maksā pakalpojuma saņēmējs. Salīdzinātas pašreizējās CPE iekārtu izmaksas un prognozējamās izmaksas nākotnē.

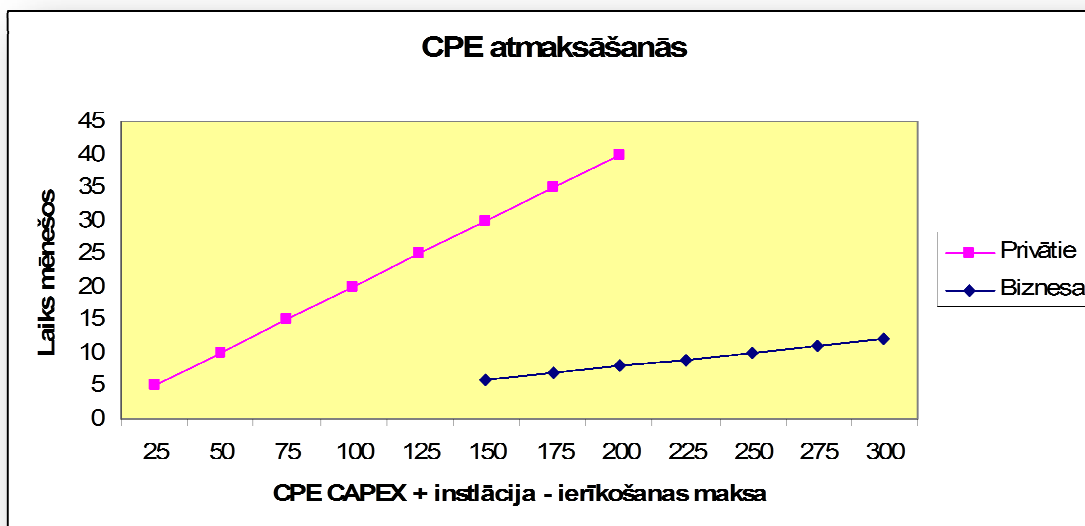
5.6. tabula

Mājas pieslēgumu scenāriji un izmaksas

Pieslēguma realizācija	Klienta gala iekārtas	Instalācija	Pieslēguma maksa	CPE izmaksas
Daudzdzīvokļu māja, kopējs WiMAX pieslēgums, Ethernet līdz klientam	WiMAX termināls LVL 250, 24 portu switch/router LVL 1100	LVL 100	LVL 20	2008: LVL 100 2012: LVL 75

Viens CPE termināls uz klientu, ārējā izpildījumā	100% ārtelpu CPE LVL 175	LVL 25	LVL 20	2008: LVL 180 2012: LVL 66
Viens iekštelpu CPE uz klientu	100% iekštelpu CPE LVL 120	LVL 0	LVL 20	2008: LVL 100 2012: LVL 30
Viens CPE uz klientu, gan ārējā gan iekštelpu variantā	35 % iekštelpu CPE LVL 120, 65% ārējie CPE LVL 175	LVL 16 vidēji	LVL 20	2008: LVL 152 2012: LVL 51
	64% iekštelpu CPE LVL 120 36% ārējie CPE LVL 175	LVL 9 vidēji	LVL 20	2008: LVL 139 2012: LVL 40

Grafikā redzami prognozējamie investīciju atpelnīšanās laiki CPE iekārtām, pieņemot tab. 5.4. paredzētos ieņēmumus un ekspluatācijas izmaksas (OPEX) 50% apjomā. Bez tam redzams, ka izdevīgāk ir koncentrēties uz privāto un biznesa lietotāju tirgu vienlaicīgi, spriežot pēc CPE iekārtu atmaksāšanās rādītājiem.



5.2. att. CPE iekārtu atmaksāšanās laiki

5.5.2. Bāzes stacijas izmaksas

WiMAX bāzes staciju aprīkojums ir pieejams dažādās konfigurācijās no dažādiem ražotājiem, un attiecīgi par dažādām cenām. Aprēķiniem ņemta vidējā cena, apkopojot dažādu ražotāju piedāvājumus. Lai arī paredzams bāzes staciju komponentu cenu kritums, tāpat kā CPE gadījumā, tas ir salīdzinoši neliels un ietekme uz kopējiem aprēķiniem ir nebūtiska, tādēļ tas netiek ņemts vērā. Pamattīkla pieslēgumiem izmantoto punkts-punkts mikroviļņu radioreleju izmaksas mainās atkarībā no bāzes stacijas kapacitātes un nepieciešamā datu pārraides apjoma. Četrus vai sešus kanālus bāzes stacijai nepieciešams jaudīgāks pieslēgums, nekā trīs kanālu bāzes stacijai. Tab. 5.7. salīdzināti dažādi investīciju posteņi dažādas kapacitātes bāzes stacijām.

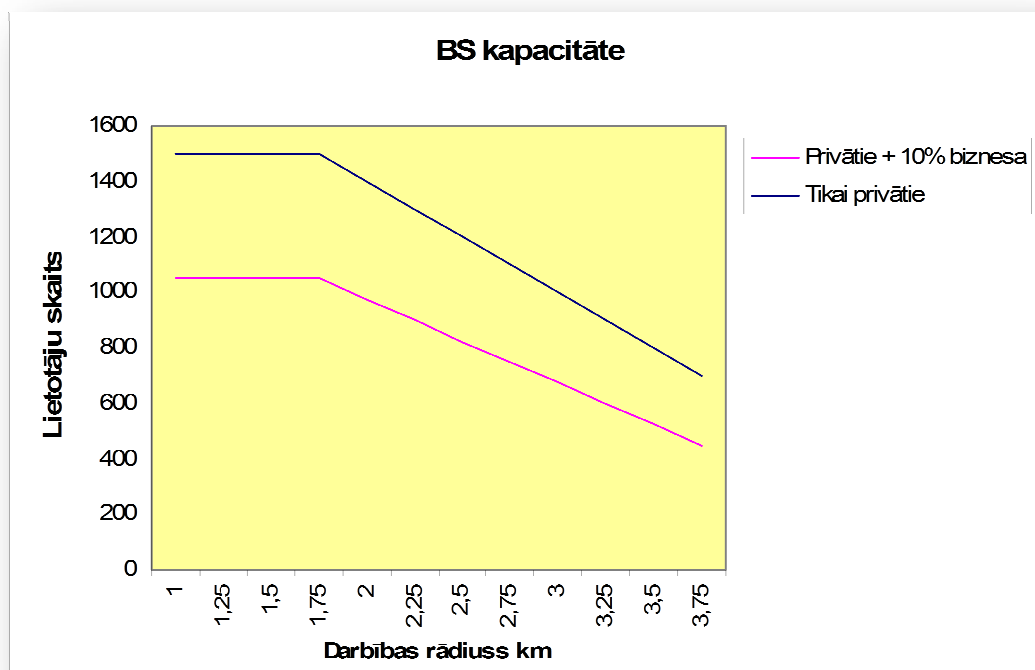
5.7. tabula

WiMAX bāzes staciju kapitālizmaksu prognoze

Bāzes stacijas komponentes	Paredzamais CAPEX
Infrastruktūra, projekts, saskaņošanas	LVL 25000 pilsētā LVL 17500 ārpuspilsētā

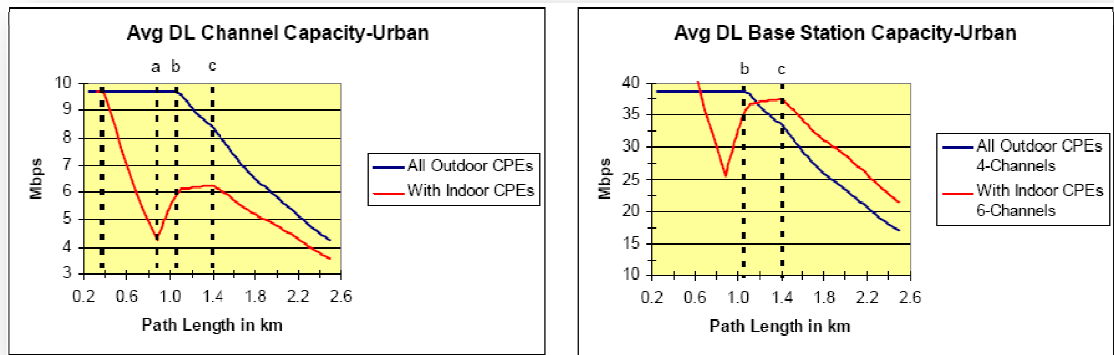
Bezvadu punkts-punkts pieslēgums	LVL 12500/ bāzes st. 4-6 kanāli LVL 7500/ bāzes st. 3 kanāli
WiMAX punkts- daudzpunkts aprīkojums	Vidēji LVL 3500 par kanālu
Kopējās BS izmaksas	
3 kanālu BS = LVL 25000 līdz LVL 32500 + LVL 10500 = LVL 35500 līdz LVL 43000 (pilēta vai lauki)	
4 kanālu BS = LVL 30000 līdz LVL 37500 + LVL 14000 = LVL 44000 līdz LVL 51500 (pilēta vai lauki)	
6 kanālu BS = LVL 37500 + LVL 21000 = LVL 58500 (pilēta)	

Bāzes stacijas pārklājums ir atkarīgs no kanāla kapacitātes un otrādi, jo WiMAX lieto adaptīvās modulācijas shēmas – jo augstāka modulācija, jo lielāka kanāla kapacitāte, bet mazāks sniedzamības rādiuss. Palielinot pārklājumu ar zemāku pakāpju modulāciju palīdzību iespējams iegūt vairāk potenciālo klientu, taču samazinās kanāla kapacitāte, un, līdz ar to, potenciālie ienākumi. Att. 5.3. redzama 4 kanālu bāzes stacijas lietotāju kapacitāte pie pilnīga tiešās redzamības trūkuma, darbojoties 3,5GHz frekvencē ar 3,5 MHz kanālu joslas platumu.



5.3. att. WiMAX 4 kanālu BS lietotāju kapacitātes izmaiņas atkarībā no attāluma

Privāto lietotāju tirgus segmentā vienmēr ir vēlme panākt maksimāli liela pašinstalējamo iekštelpu terminālu lietošanu, jo tie ir salīdzinoši lēti. Tas samazina operatora izmaksas un vienlaicīgi ļauj justies komfortabli klientiem, kuri vēlas iegādāties CPE aprīkojumu savā īpašumā. Tomēr jāatceras, ka iekštelpu terminālu jauda ir mazāka, kas samazina bāzes stacijas sniedzamības rādiusu un/vai kanālu kapacitāti. Att. 5.4. salīdzināti bāzes staciju efektīvie darbības attālumi un kanālu kapacitāte, lietojot dažādus terminālu tipus. Pirmajā grafikā salīdzināta BS kanālu kapacitāte izmantojot 100% ārējos terminālus vai arī jauktā CPE gadījumā ar iekštelpu un ārējiem termināliem. Lai nodrošinātu maksimālu kapacitāti, izmantojot tikai iekštelpu terminālus, attālums līdz bāzes stacijas nedrīkstētu pārsniegt 0,4 km, kas nav īpaši reāli, jo būtu jābūt ļoti lielam klientu blīvumam un tirgus atsaucībai. Pie attāluma 0,85 km (līnija „a” grafikā), tiek nodrošināta 100% iekštelpu CPE darbība, taču nozīmīgi samazinās kanāla kapacitāte. Pie attālumiem „b”, kur tiek nodrošināta 64% iekštelpu CPE darbība, un „c”, kur tiek nodrošināta 39% iekštelpu CPE darbība, bāzes stacijas kapacitāte var tikt atgūta, palielinot kanālu skaitu līdz sešiem. Šāda shēma ir parādīta otrajā grafikā. Eksploatācija pie šādiem attālumiem līdz bāzes stacijas (starp „b” un „c”) bieži izrādās visrentablākā, kā kompromiss starp maksimālu bāzes stacijas kapacitāti un maksimāli lielu iekštelpu terminālu skaitu.



5.4. att. BS kanālu kapacitāte pilsētas apstākļos 3,5 GHz frekvencē ar 3,5 MHz kanāliem (14)

Priekšpilsētu un lauku rajonos ar zemāku apbūvi bāzes stacijas darbības attālumi ir salīdzinoši lielāki, jo mazāk traucējumu no celtnēm. Diemžēl arī iedzīvotāju un, līdz ar to arī potenciālo klientu, blīvums ir mazāks, tādēļ nepieciešama daudz lielāka klientu atsauce, lai nodrošinātu maksimālo bāzes stacijas noslodzi.

5.6. Peļņas zaudējumu aprēķins

Lai aprēķinātu projekta finansiālos rādītājus, tiek pieņemts, ka tirgus daļa pa reģioniem ir tādā, kā redzams tabulā 5.8.

5.8. tabula

Prognozējamā tirgus daļa pa reģioniem

	2009	2010	2011	2012	2013
Lielākās pilsētas	2%	4%	6%	8%	10%
Zemgale	5%	7%	10%	15%	20%
Vidzeme	0%	5%	7%	10%	15%
Kurzeme	0%	0%	5%	7%	10%
Latgale	0%	0%	0%	5%	10%
Klientu skaits					
Lielākās pilsētas	3 259	8 148	14 666	22 814	30 554
Zemgale	2 495	4 890	8 981	14 968	21 953

Vidzeme	0	1 668	3 113	5 003	8 338
Kurzeme	0	0	2 478	3 855	6 057
Latgale	0	0	0	1 681	3 362
Kopā	5 754	14 705	29 237	46 639	66 902

Lai sasniegtu šādus rezultātus, nepieciešama diezgan agresīva mārketinga kampaņa, kā arī pakalpojumu cenas ir zemākas par konkurentu cenām. Plānotie bruto ieņēmumi pie prognozētā klientu skaita redzami tab. 5.9., pieņemot mājas lietotāju attiecību pret biznesa klientiem 9:1. Lai nodrošinātu klientu pieaugumu arī pie salīdzinoši liela tirgus piesātinājuma, piektajā gadā ir plānots samazināt pakalpojuma cenu privātajiem lietotājiem.

5.9.tabula

Plānotie ieņēmumi

ienākumi	2009	2010	2011	2012	2013
Abonēšana mājas lietotājiem	11,66	11,66	11,66	11,66	10,50
Ierīkošana mājas lietotājiem	20	20	20	20	20
Abonēšana biznesa lietotājiem	50	50	50	50	50
Ierīkošana biznesa lietotājiem	50	50	50	50	50
Vidējā abonēšanas maksa (90/10)	15,50	15,50	15,50	15,50	14,45
Vidējā ierīkošanas maksa (90/10)	23	23	23	23	23
Kopā	667 230	2 107 790	4 419 303	7 454 008	10 310 064

Investīciju apjoms ir rēķināts dažādi lielākajās pilsētās un citos reģionos. Lielo pilsētu gadījumā bāzes stacijas intervāls 1,4 km, kas ļauj nodrošināt aptuveni 65% klientu daudzstāvu apbūves rajonos iespēju lietot iekštelpu terminālus bez tiešās redzamības, nezaudējot bāzes stacijas kapacitāti. No tab. 5.10. redzams, ka 100% pārklājuma nodrošināšanai būtu nepieciešamas 84 BS. Taču tik liela potenciāla kapacitāte nav nepieciešama. 6 sektoru BS, pie intervāla 1,4 km nodrošina 36 Mbps kopējo kapacitāti, lietojot tikai iekštelpu CPE iekārtas. Pie paredzamā virspārdošanas apjoma 20:1 un privāto klientu paredzamā ātruma 1 Mbps, šāda bāzes stacija spēj uzturēt 700 klientus. Salīdzinot šo ciparu ar paredzamo klientu skaitu, kļūst skaidrs, ka nav nepieciešamības izmantot bāzes stacijas maksimālo kapacitāti – vidējais klientu skaits uz bāzes staciju ir 200.

Nepieciešamo bāzes staciju skaits

	BS Intervāls	1 BS Pārklājums km ²	Platība km ²	BS skaits
Lielākās pilsētas	1,4	6,15	518	84
Zemgale	10	314	15757	50
Vidzeme	10	314	17859	57
Kurzeme	10	314	15997	51
Latgale	10	314	14458	46

Pārējos reģionos, kur potenciālo klientu skaits ir mazāks, nav nepieciešams tik blīvs bāzes staciju tīkls. Lai arī NLOS apstākļos 3,5 GHz diapazonā iespējams darboties ne tālāk kā 4 km attālumā, tiek plānots instalēt bāzes stacijas ar intervālu 10 km, kas ļauto nodrošināt maksimālo kapacitāti un NLOS darbību tiešā bāzes stacijas tuvumā, savukārt attālākos punktos būtu nepieciešama ārējā antena ar tiešo redzamību. Lai noklātu visu Latvijas teritoriju ar WiMAX bāzes stacijām ar 1,4 km intervālu, būtu nepieciešamas vismaz 1090 bāzes stacijas, kas nav ekonomiski pamatoti – iedzīvotāju skaits ir nepietiekams, lai nodrošinātu maksimālo noslodzi tik lielam bāzes staciju skaitam. Pilsētās paredzēts instalēt 4 kanālu bāzes stacijas ar 90° sektoriem, savukārt reģionos 3 sektoru bāzes stacijas. Izrēķinot dažādu tipu BS procentuālo attiecību un izmaksas, iegūstam vidējo bāzes stacijas investīciju apjomu.

Vienas bāzes stacijas izmaksu aprēķins

BS tips	Skaits	BS cena	Summa
4 sektoru	84	51500	4 334 622
3 sektoru	204	35500	7 243 696
CAPEX kopā			11 578 318
Vidēji viena BS		11 578 318 / 288 = 40 172	

Tīkla izvēršanu paredzams sākt no Rīgas, dēļ vislielākā iedzīvotāju blīvuma, un Zemgales reģiona, kur ir vislielākais mājsaimniecību skaits, instalējot 58 bāzes stacijas gadā, kas aptuveni atbilst vienai bāzes stacijai nedēļā. Lietotāju termināla cena rēķināta, pieņemot, ka bieži apdzīvotajos rajonos 20% gadījumu tiks izmantots risinājums ar dalītu CPE un ēkas iekšējo tīklu, savukārt atlikušie 80% izmantos iekštelpu un ārējos terminālus proporcijā 3:1 Pārējos reģionos paredzams izmantot 60% ārējo CPE un 40% iekštelpu CPE. Vidējās CPE iekārtu izmaksas pie šāda sadalījuma redzamas tab. 5.12.

5.12. tabula

CPE kapitālizmaksu aprēķins

			2009	2010	2011	2012	2013
Bieži apdzīvotos reģionos	Dalītie termināli	20%	100	94	88	81	75
	Ārējie	20%	180	152	123	95	66
	iekštelpu	60%	100	83	65	48	30
Citur	Ārējie	60%	180	152	123	95	66
	iekštelpu	40%	100	83	65	48	30
Vidējās CPE izmaksas pilsētā			116	99	81	64	46
Vidējās CPE izmaksas ne-pilsētā			148	124	100	76	52

Tabulā 5.13. aprēķināti operatora kapitālieguldījumi WiMAX tīklā.

5.13. tabula

Kapitālizmaksas pa gadiem

CAPEX	2009	2010	2011	2012	2013
BS izmaksas	40 172	40 172	40 172	40 172	40 172
CPE izmaksas pilsētā	116	99	81	64	46
CPE izmaksas ne-pilsētā	148	124	100	76	52
Jaunas BS	57	57	58	58	58
Jauni CPE komplekti pilsētā	3 259	4 889	6 518	8 148	7 740
Jauni CPE komplekti ne-pilsētā	2 495	4 062	8 014	9 254	12 523
Kopā	3 037 072	3 274 916	3 658 441	3 549 089	3 333 759

Lai aprēķinātu ekspluatācijas izmaksas, tiek pieņemti sekojoši nosacījumi – pamattīkla uzturēšanas izmaksas ir LVL 150 mēnesī uz katru bāzes staciju. Kā arī operatoram ir dažādi papildus izdevumi, kā personāla izmaksas tīkla uzturēšanai, mārketinga un pārdošanas izdevumi, klientu apkalpošanas izdevumi utt., kas sastāda noteiktu procentu no ieņēmumiem, ar tieksmi samazināties laika gaitā. Aprēķini redzami tabulā 5.14.

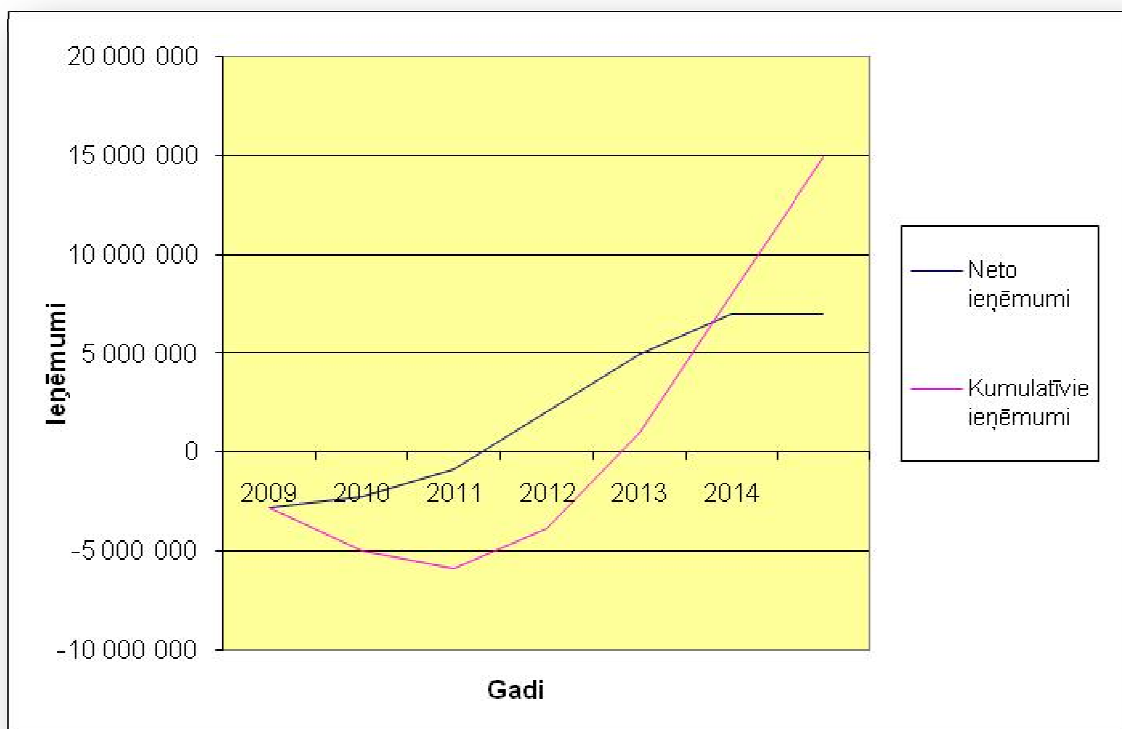
5.14. tabula

Ekspluatācijas izmaksas pa gadiem					
	2009	2010	2011	2012	2013
Pamattīkla OPEX uz BS	150	150	150	150	150
BS skaits	57	114	172	230	288
Pamattīkla izmaksas	102 600	205 200	309 600	414 000	518 400
Citas izmaksas (% no ieņēmumiem)	50%	40%	30%	20%	15%
Citas izmaksas	333 615	843 116	1 325 791	1 490 802	1 546 510
Kopā ekspluatācijas izmaksas	436 215	1 048 316	1 635 391	1 904 802	2 064 910

Pie šādiem ieņēmumiem un izmaksām prognozējamā naudas plūsma redzama tabulā 5.15., kā arī attēlota grafiski att. 5.5.

5.15. tabula

Naudas plūsmas aprēķins					
Naudas plūsma	2009	2010	2011	2012	2013
Ieņēmumi	667 230	2 107 790	4 419 303	7 454 008	10 310 064
OPEX	-436 215	-1 048 316	-1 635 391	-1 904 802	-2 064 910
CAPEX	-3 037 072	-3 274 916	-3 658 441	-3 549 089	-3 333 759
Neto naudas plūsma	-2 806 057	-2 215 442	-874 529	2 000 117	4 911 396
Kumulatīvā naudas plūsma	-2 806 057	-5 021 499	-5 896 028	-3 895 910	1 015 486



5.5. att. Naudas plūsmas grafiks

Tīkla izbūves galējie finansu rezultāti 5 gadu periodā redzami tabulā 5.16.

5.16. tabula

Peļņas zaudējumu aprēķins

Peļņa / zaudējumi	2009	2010	2011	2012	2013
Ieņēmumi	667 230	2 107 790	4 419 303	7 454 008	10 310 064
Ekspluatācijas izmaksas	-436 215	-1 048 316	-1 635 391	-1 904 802	-2 064 910
EBIDTA	231 015	1 059 474	2 783 912	5 549 207	8 245 155
Nolietojums	-607 414	-1 140 915	-1 644 420	-2 025 354	-2 287 035
Ienākumi pirms nodokļiem	-376 399	-81 441	1 139 492	3 523 853	5 958 120
Ienākumu nodoklis (15%)	0	0	102 248	528 578	893 718
Neto ienākumi	-376 399	-81 441	1 241 740	4 052 431	6 851 838

Kā redzams no aprēķiniem, pie šādiem nosacījumiem naudas plūsma kļūst pozitīva pēc ceturtajā gada, savukārt kumulatīvā naudas plūsma pēc pieciem gadiem. Šāda mēroga projektam rādītāji ir visnotaļ apmierinoši, ņemot vērā, ka bāzes stacijām vēl ir brīvi resursi papildus klientu pieslēgšanai – 2012. gadā ir vidēji 210 klienti uz bāzes staciju. Respektīvi, uzlabojot pārdošanas darbu un iekarojot lielāku tirgus daļu, pastāv iespēja iegūt papildus ienākumus bez lielām investīcijām. Principā piecu gadu laikā visa Latvijas teritorija ir noklāta un atliek vienīgi sekot līdzi noslodzei, lai vajadzības gadījumā, paplašinātu sektoru, kurā ir liels pieslēgumu skaits.

NOBEIGUMS UN SECINĀJUMI

IKT nozares attīstība nodrošina visu nozaru augšupeju un ietekmē praktiski jebkuru tautsaimniecības jomu, taču pilnvērtīgai attīstībai ir nepieciešams valsts atbalsts. Deklarāciju un konceptuālu dokumentu aspektā Latvijā ar IKT attīstību viss ir kārtībā – ir nacionālās programmas, attīstības plāni un citi politiski dokumenti, taču praksē lielākā daļa no tajos minētajiem mērķiem tā arī netiek realizēti. Izanalizējot šos dokumentus ir redzams, ka vieni un tie paši uzdevumi pārceļo no viena dokumenta uz nākamo, neskatoties uz to svarīgumu un neatliekamību. Valdībai un atbildīgajām ministrijām vajadzētu koncentrēties uz rezultātu sasniegšanu un sakārtot tādas būtiskas jomas, kā e-Pārvalde, e-Medicīna un e-Izglītība, apzinoties ka to attīstība nākotnē ietekmēs Latvijas izaugsmi un konkurētspēju globalizācijas apstākļos.

Ļoti būtisks aspekts jebkuru e-pakalpojumu attīstībai ir platjoslas pakalpojumu pieejamība – lielākajai daļai moderno lietojumu ir nepieciešama kvalitatīva ātrgaitas datu pārraide. Lai nodrošinātu Eiropas direktīvu un nacionālo programmu izpildi, jau tagad ir jāveic liels darbs platjoslas infrastruktūras izbūvei visā valsts teritorijā. Apskatot ārvalstu pieredzi, par labāko risinājumu mazapdzīvotiem lauku reģioniem, kur situācija ar platjoslas pieejamību Latvijā ir vissliktākā, ir atzīstami bezvadu platjoslas risinājumi, jo nodrošina ātrāku tīklu izvēršanu, zemākas investīcijas un atbilstošu kvalitāti.

Apskatot šobrīd tirgū pieejamās bezvadu platjoslas tehnoloģijas, par vispiemērotāko globāla valsts mēroga tīkla izbūve jāatzīst IEEE standartizētā 802.16 WiMAX tehnoloģija. Tam ir vairāki iemesli. Pirmkārt, starptautiskā standartizācijai, kas nosaka aparatūra savietojamību starp dažādu ražotāju aprīkojumiem, kas, savukārt, veicina konkurenci ražotāju starpā, izslēdz monopolstāvokli un regulē tirgus cenas. Otrkārt, tehnoloģijas efektivitāte un inovatīvu zinātnes sasniegumu izmantošana – šobrīd WiMAX izceļas ar vislielāko spektrālo efektivitāti, nodrošinot maksimāli efektīvu ierobežoto nacionālo resursu – radiofrekvenču – izmantošanu. Treškārt, elastība, kas ļauj izmantot šo tehnoloģiju jebkuru pakalpojumu sniegšanai, ieskaitot video straumēšanu, balss pārraidi, ātrgaitas interneta pieeju, nodrošinot kvalitātes kontroli un iebūvētu datu drošības funkcionalitāti gan fiksētās, gan arī mobilās instalācijās.

Paredzams arī, ka mobilā 802.16e versija nākotnē būs tiešs konkurents 3/3.5G mobilajiem sakariem, nodrošinot labāku pārklājumu un lielāku datu pārraides ātrumu. Balss un datu pārraides tīklu konverģence tuvākajā nākotnē novedīs pie pilnīga atšķirību zuduma starp balss un datu tīkliem. Principā jebkura operatora tīklā notiks pakešu komutācija, kas nodrošinās datu pārraidi un efektīvu tīkla un frekvenču resursu izmantošanu, un būs iespēja pārraidīt balsi vai video starp abonentiem. De facto tas novedīs pie mobilo sakaru operatoru skaita palielināšanās, kas noteikti izraisīs cenu kritumu dēļ konkurences palielināšanās un tehnoloģiju efektivitātes attīstības.

Pēdējā nodaļā veiktie aprēķini WiMAX tīkla izbūvei Latvijā var tikt ņemti par pamatu telekomunikāciju operatora biznesa plānam, un, investējot aptuveni 10 miljonus LVL, paver iespēju kļūt par pilnvērtīgu konkurentu esošajiem operatoriem. Pie tam atmaksāšanā laiks, 4,7 gadi, šāda apmēra projektam ir ļoti labs rādītājs. Vienīgā problēma, kurai jārod risinājums, ir frekvenču pieejamības jautājums. Šeit pastāv divi varianti. Vienkāršākais un ātrākais ir iegādāties kādu kompāniju, kurai ir frekvenču lietošanas tiesības, jo Latvijas likumdošana neatļauj šo lietošanas tiesību tālāknodošanu trešajām pusēm. Labākais kandidāts, protams, ir Unistars, kuram pieder puse no visa 3,5 GHz spektra, taču, attiecīgi, arī cena būs visaugstākā. Sarežģītākais un laikietilpīgākais variants ir panākt aktīvu darbību no SPRK, reāli izanalizējot radiofrekvenču lietošanas efektivitāti un pārdalot frekvenču joslas, kas izmantotas neefektīvi.

Ienākt Latvijas datu pārraides tirgū jaunam spēlētājam ir praktiski neiespējami, jo Lattelecom savu fiksēto infrastruktūru izmantot neļauj, jeb, precīzāk, ļauj, jo to nosaka likumdošana, taču uz nosacījumiem, kas vairāku gadu garumā nav rosinājušas nevienu operatoru sākt tās izmantošanu. Principā, formāli likums ir izpildīts, taču pakalpojums nav lietojams. Savukārt bezvadu tehnoloģiju izmantošanu traucē ierobežoto nacionālo resursu – radiofrekvenču trūkums. Lai arī tirgus nebūt nav piesātināts un lauku rajonos parasti ir pieejams viens vai neviens pakalpojumu sniedzējs, visas frekvences ir „aizņemtas” un saskaņā ar valsts institūciju atzinumiem tiek izmantotas efektīvi. Par cik SPRK un Elektronisko sakaru direkcija ir pierādījusi savu nespēju cīnīties ar šādām parādībām, jauni komersanti varētu mēģināt griezties Konkurences padomē un atsaukties uz šiem konkurenci ierobežojošajiem faktoriem.

IZMANTOTIE AVOTI UN LITERATŪRA

1. LR MK 2005. gada 19. aprīļa noteikumi Nr. 276 - Noteikumi par radiofrekvenču spektra joslu sadalījumu radiosakaru veidiem un iedalījumu radiosakaru sistēmām, kā arī par radiofrekvenču spektra joslu izmantošanas vispārīgajiem nosacījumiem, pieejams: <http://www.sprk.gov.lv/index.php?id=4249&sadala=49>
2. LR MK 2005.gada 17.augusta rīkojums Nr.560 - Pamatnostādnes „e-Veselība Latvijā”, pieejams: <http://polsis.mk.gov.lv/LoadAtt/file43142.doc>
3. LR MK 2005. gada 29. septembra rīkojums Nr. 623 – Elektroniskās pārvaldes attīstības programma 2005. -2009. gadam, pieejams:
http://www.eps.gov.lv/files/projekti/eparv_progr.doc
4. LR MK 2006. gada 19. jūlija rīkojums Nr. 542 – Informācijas sabiedrības attīstības pamatnostādnes 2006. - 2013. gadam, pieejams:
http://www.eps.gov.lv/files/juridiskabaze/RAPLM_070807_Preciz_Inf_sabiedr_att_pamatnost_2006-2013.doc
5. LR MK 2006. gada 20.oktobra rīkojums Nr.812 – Izglītības sistēmas informatizācijas programma „Informācijas un komunikācijas tehnoloģijas izglītības kvalitātei”, pieejams:
http://www.eps.gov.lv/files/projekti/IUMEPLProg_280906_IKTIK.doc
6. LR MK 2007. gada 12. decembra rīkojums Nr. 792 – Izglītības sistēmas informatizācijas programmas „Informācijas un komunikācijas tehnoloģijas izglītības kvalitātei” īstenošanas rīcības plāns 2007.-2009.gadam, pieejams:
http://www.eps.gov.lv/files/IUMEP_IKTIK_RicibasPl_v.2.7.doc
7. Eiropas kopienu komisijas paziņojums - i2010 – Eiropas informācijas sabiedrība izaugsmei un nodarbinātībai, 2005, pieejams:
http://europa.eu.int/information_society/eeurope/i2010/docs/communications/com_229_i2010_310505_fv_lv.doc

8. Lisbon European Council 23-24.03.2000: Conclusions of the Presidency, 2000, pieejams: http://www.europarl.europa.eu/summits/lis1_en.htm
9. i2010 High Level Group – The economic impact of ICT: evidence and questions, 2006 , pieejams:
http://ec.europa.eu/information_society/eeurope/i2010/docs/high_level_group/note_on_economic_impact_of_ict.pdf
10. LR Satiksmes Ministrija – Platjoslu sakaru infrastruktūras attīstība lauku apvidos, 2007, pieejams: <http://www.sam.gov.lv/satmin/content/?cat=323>
11. LR Īpašu uzdevumu ministra elektroniskās pārvaldes lietās sekretariāts – Programma “e-Latvija 2005-2008”, 2005, pieejams:
<http://www.epractice.eu/resource/221>
12. Centrālās statistikas pārvaldes datubāzes, pieejams:
<http://www.csb.gov.lv/csp/content/?cat=355>
13. GemiusAudience, pieejams: <http://audience.gemius.lv/pages/realusers>
14. *WiMAX: The business case for fixed wireless Access in emerging markets*, WiMAX forum.
15. Viterbi, A. *CDMA: Principles of Spread Spectrum Communication*. Addison: Wesley Wireless Communications Series, 1995. 272 p.
16. *Digital Modulation: OFDM solves mobility and high rate problems, High frequency electronics*, July 2005 by Summit Technical Media.
17. *Application Perspective for WiMAX Deployment*, AT&T Labs Research & Architecture, October 2005
18. *The Evolution of WiMAX Certification*, Senza Fili Consulting, October 2005
19. *Wireless Broadband Applications and IP Services*, Siemens Com MN MW WiMAX Project, October 2007

20. *Overview and guide to the IEEE 802 LMSC* [tiešsaiste]. 2004 - [atsauce 10.05.2008.], pieejams: <http://www.ieee802.org/802%20overview.pdf>
21. *The ECTA Broadband Scorecard*, [tiešsaiste] - [atsauce 19.05.2008.], pieejams: <http://www.ectaportal.com/en/basic.php?id=650&sw=broadband%20penetration>
22. *Līdz jūlijam platjoslu sakaru infrastruktūra būs jau 95 procentos Latvijas teritorijas*. [tiešsaiste] – [atsauce 19.05.2008.], pieejams: <http://www.apollo.lv/portal/news/articles/113996>
23. *E-paraksta lēnā «invāzija»* [tiešsaiste] – [atsauce 19.05.2008.], pieejams: <http://www.tvnet.lv/zinas/latvija/article.php?id=501896>
24. *Sonera to phase out rural landline phone networks within a year*. [tiešsaiste] - [atsauce 19.05.2008.], pieejams: <http://www.hs.fi/english/article/Sonera+to+phase+out+rural+landline+phone+networks+within+a+year/1135234191845>
25. *WiMAX subscriber growth*. [tiešsaiste] - [atsauce 19.05.2008.], pieejams: <http://www.wimaxday.net/site/wimax-subscriber-growth/>
26. *Clearwire adds 47,000 subscribers*. [tiešsaiste] - [atsauce 19.05.2008.], pieejams: http://www.fiercewireless.com/story/clearwire-adds-47000-subscribers/2008-03-04?utm_medium=rss&utm_source=rss
27. *WiMAX deployment news*. [tiešsaiste] - [atsauce 19.05.2008.], pieejams: <http://wimaxbook.net/deployment.aspx>

DOKUMENTĀRĀ LAPA

Maģistra darbs „WiMAX bezvadu tīkli un to attīstības perspektīvas Latvijā”
izstrādāts LU Ekonomikas un vadības fakultātē.

Ar savu parakstu apliecinu, ka pētījums veikts patstāvīgi, izmantoti tikai tajā
norādītie informācijas avoti un iesniegtā darba elektroniskā kopija atbilst izdrukai.

Autors: Raimonds Treimanis

Rekomendēju darbu aizstāvēšanai

Vadītājs: Dr. oec., asoc. prof. Uldis Rozevskis

Recenzents: M.b.a. Kārlis Praudiņš

Darbs iesniegts LU EVF Ekonomikas informātikas katedrā 19.05.2008

Lietvedības sekretāre: Inta Vībure

Darbs aizstāvēts maģistra gala pārbaudījuma komisijas sēdē 2008. gada ”__” _____,
prot. Nr. ____, vērtējums _____

Maģistra gala pārbaudījuma komisijas priekšsēdētājs _____