

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
Infotehnoloogia teaduskond
Tarkvarateaduse instituut

Kristjan Vaher – 111878IABB

**KOLME ERINEVA
VIDEOKONVERENTSITEHNOLOOGIA
VÕRDLUS JA PARIMA LAHENDUSE
LEIDMINE POLITSEI- JA
PIIRIVALVEAMETILE**

bakalaureusetöö

Juhendaja: Jaagup Irve
tehnikateaduste
magister

Tallinn 2018

Autorideklaratsioon

Kinnitan, et olen koostanud antud lõputöö iseseisvalt ning seda ei ole kellegi teise poolt varem kaitsmisele esitatud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on töös viidatud.

Autor: Kristjan Vaher

03.01.2018

Annotatsioon

Antud bakalaureusetöö eesmärgiks on võrrelda kolme erinevat videokonverentsitehnoloogiat, kõige vanem SIP ja H.323 klassikaliste videokonverentsiseadmete näol, Skype for Business tarkvaralise kliendi näol ja Pexip, mis esindab uusimat WebRTC videokonverentsitehnoloogiat, mida kasutatakse läbi veebilehitseja. Kõigepealt kirjeldatakse tehnoloogiaid, siis võrreldakse neid Politsei- ja Piirivalveameti vaatest ja kasutatakse analüütiliste hierarhiate protsessi leidmaks Politsei- ja Piirivalveametile parim videokonverentsitehnoloogia.

Lõputöö on kirjutatud eesti keeles ning sisaldab teksti 27 leheküljel, 11 peatükki, 10 joonist, 11 tabelit.

Abstract

Comparison between three video conferencing technologies and finding the best solution for the Estonian Police and Border Guard Board

The purpose of this work is to compare three different video conferencing technologies, the oldest being SIP and H.323 as used in classical video conferencing endpoints, Skype for Business as used in a software base video conferencing client and Pexip that uses the newest WebRTC video conferencing technology used through a web browser. First technologies are explained, their histories, what separates them and who develops them. Older SIP/H.323 devices and Skype for Business are currently used at the Police and Border Guard Board. SIP/H.323 devices for more than 10 years and Skype for Business for more than five.

The technologies are then compared from the viewpoint of the Estonian Police and Border Guard Board mostly looking at user experience, not included are price comparisons. In the end Analytical Hierarchy Process developed in the 1970's by Thomas L. Saaty is used to make pairwise comparisons of the different criteria and then to find the best video conferencing technology for the Estonian Police and Border Guard Board.

The thesis is in Estonian and contains 27 pages of text, 11 chapters, 10 figures, 11 tables.

Lühendite ja mõistete sõnastik

PPA	Politsei- ja Piirivalveamet
ATI	TTÜ Arvutitehnika instituut
DPI	<i>Dots per inch</i> , punkti tolli kohta
SIP	Session Initiation Protocol
W3C	World Wide Web Consortium
IETF	Internet Engineering Task Force
MCDM	Multiple Criteria Decision Making
AHP	Analytic Hierarchy Process
ISDN	Integrated Services Digital Network
SQL	Structured Query Language
CAL	Client Access License
LDAP	Lightweight Directory Access Protocol

Sisukord

Autorideklaratsioon	2
Annotatsioon.....	3
Abstract.....	4
Lühendite ja mõistete sõnastik	5
Sisukord.....	6
Jooniste loetelu	7
Tabelite loetelu	8
1 Sissejuhatus	9
2 Tehnoloogiate kirjeldus	10
2.1 SIP/H.323	12
2.1.1 SIP	13
2.1.2 H.323	13
2.2 Skype for Business	14
2.3 Pexip.....	15
3 Hindamistegevuse kirjeldus.....	17
3.1 Hinnavõrdlus	17
3.2 Hindan	19
3.3 Analüütiliste hierarhiate meetod.....	30
4 Hindamise tulemused	32
5 Kokkuvõte	37
Kasutatud kirjandus	38

Jooniste loetelu

Joonis 1. Polycom HDX8000 esileht.....	21
Joonis 2. Polycom HDX7000 videokonverentsikõne loomise aken.	21
Joonis 3. Polycom HDX7000 aadressiraamat.	22
Joonis 4. Skype for Business avaleht.	23
Joonis 5. Skype for Business seadistuste valik.....	24
Joonis 6. Skype for Business kontakti aken.	25
Joonis 7. Pexip virtuaalruumi avaleht.....	26
Joonis 8. Pexipi login aken.	26
Joonis 9. Pexpi SIP/H.323 kõne tegemise aken.	27
Joonis 10. Analüütiliste hierarhiate meetodi puu.	31

Tabelite loetelu

Tabel 1. Võrdlemise skaala.	31
Tabel 2. Kriteeriumide omavahelise võrdluse tabel.	32
Tabel 3. Harmoonilised keskmised.	32
Tabel 4. Normeeritud harmoonilised keskmised.....	33
Tabel 5. Ühenduse loomise kiirus ja mugavus.	33
Tabel 6. Kasutajaliidese kasutusmugavus ja lihtsus.	34
Tabel 7. Ühilduvus asutuse sees.	34
Tabel 8. Ühilduvus välispartneritega.	34
Tabel 9. Presentatsioonide tegemine ja grupitöö.	35
Tabel 10. Koondtabel.	35
Tabel 11. Kogukaalud.....	35

1 Sissejuhatus

Videokonverentsitehnoloogiad, tarkvarad ja seadmed on viimastel kümnenditel arenenud kiiresti. Suhtlemine üle pikkade distantside on muutunud kaasaegses maailmas järjest tähtsamaks ja seetõttu on antud valdkonnas toimunud ka palju arenguid. Esialgsetest kohmakatest seadmetest ja väikese arvutivõimsusega PC-des kasutuses olnud tarkvaradest on saanud modernsed, kiired ja elutõese heli- ja pildikvaliteediga tehnoloogiad.

Antud töös võrdlen kolme erinevat videokonverentsitehnoloogiat, mida võib nimetada ka videokonverentsitehnoloogia kolmeks generatsiooniks. Politsei- ja Piirivalveametis ehk PPAs on nendest seni kasutuses kaks: SIP/H.323 videokonverentsiseadmete näol, mida PPA ja PPA eellased on kasutanud ligikaudu 15 aastat ja Skype for Business, mida on kasutatud üle 5 aasta. Uusimaid WebRTC'd kasutavaid videokonverentsitehnoloogiaid PPA seni kasutanud ei ole.

Antud töö eesmärk ongi võrrelda neid kolme videokonverentsitehnoloogiat ja kasutades Thomas L. Saaty analüütiliste hierarhiate protsessi leida PPA vajadustele kõige paremini vastav tehnoloogia.

2 Tehnoloogiate kirjeldus

Konkreetsete videokonverentsitehnoloogiate kirjeldused järgnevad eraldi alapeatükkides punktides (2.1 – 2.3) allpool.

Videokonverentsitehnoloogia esimesed ideed tekkisid 1870nendatel aastatel audioseadmete arenedes (Business Matters 2015). Varased videokonverentsi testid toimusid Saksamaal 1930nendatel aastatel, see varajane tehnoloogia saatis pilte üle telefoniliinide. Laiem levik sai alguse 1980nendatel arvutirevolutsiooniga. Arenesid digitaalsed tehnoloogiad, mis tegid videokonverentsi võimalikuks: ISDN andmete, heli ja video edastamiseks üle telefonivõrgu, video- ja audiokoodekid video ja heli kodeerimiseks. Videokonverentsiks vajalike veebikaamerate levik sai alguse 1994. aastal, kui esimene kommertsveebikaamera müüki tuli nimega QuickCam, mis töötas Macidel. Esimene PC veebikaamera tuli välja 1995. Populaarsust kogus videokonverentsitarkvara CU-SeeMee, mis arendati välja Cornelli ülikooli IT osakonna töötajate poolt MACile 1992. ja Windowsile 1994. Tema populaarsuse piirajaks oli aga tollaste PC'de liiga aeglased protsessorid ja seetõttu madal pildi ja heli kvaliteet. 90'nendate lõpupoole hakkasid levima riistavaralised H.323 (ja SIP) standardit kasutavad videokonverentsiseadmed, PPAs palju kasutusel olev Polycom lasi 1998. aastal välja ViewStation tooted ja 2000. aastal ViaVideo, mis oli põhimõtteliselt veebikaamera arvutusvõimsusega, et hakkama saada tolleaegsete PC'de väikese võimsusega. Arvutite võimsuse kasvades tulid peale aga uued tehnoloogiad: üks populaarsemaid „uusi“ videokonverentsitehnoloogiaid on olnud Eestis arendatud Skype, selle populaarsuse üheks põhjuseks on olnud see, et Skype on tasuta ja töötab erinevatel platvormidel. Skype'i äriversioon Skype for Business (endise nimega Lync) on kasutuses ka PPAs.

PPA kasutab erinevaid videokonverentsiseadmeid ja tehnoloogiaid, sealhulgas:

- Skype
- Skype for Business
- Klassikalised H.323/SIP seadmed (Polycom VSX7000s, Polycom HDX7000 jms)

- Tarkvaralise SIP/H.323 kliendid nutiekraanides (Lifesize Softphone)
- Videosild (Multipoint Control Unit) H.323/SIP toega

Tehnoloogiaid on erinevaid ja need on killustunud.

Skype for Businessi kasutav ametnik ei saa suhelda väliste ega sisemiste partneritega, kellel on H.323/SIP kasutav seade või tarkvaraline klient, sh partneritega Euroopa Liidust või enamuse muude välispartneritega.

Klassikalise SIP/H.323 seadme kasutaja ei saa suhelda uuemaid tehnoloogiaid kasutavate partneritega.

Seadmete ja tehnoloogiate juurde tekkimine on toimunud ilma suurt pilti arvestamata ja paljud vanemad seadmed on jäänud uuendamata ning kujutavad endast seetõttu turvariski.

Puudub asutuseülene videokonverentsi arengustrateegia.

Soetused sõltuvad rahaeraldistest ning paraku puudub sealjuures arvestus kogu toote elukaarega: rõhuv enamuse H.323/SIP seadmeid on üle 10 aasta vanad.

Põhiliselt kasutab PPA Polycomi videokonverentsiseadmeid, mis asuvad koosolekuruumides, näiteks Polycom VSX7000, mis tuli turule 2003. oktoobris. Ametlik toe lõpp Polycom poolt 2010. aastal. Kuna PPAs kasutuses olevate seadmete tarkvarad (firmware) on enamuses uuendamata, siis kujutavad nad otse välisvõrgus olles turvariski.

Vananenud Polycom seadmeid on võimalik SQL süstimisega (Jodeit M. 2013) rünnata ka siis, kui administreerimisliidese http/https välismaailmale suletakse, teoreetiliselt saab need koosolekuruumides asuvad videokonverentsiseadmed siis ründajate poolt ümber seadistada pealtkuulamis- ja vaatamisseadmeteks.

PPA on plaanis tõsta kõik SIP/H.323 seadmed sisevõrku, kust neile otse välisvõrgust ligi ei saaks ja kogu suhtlus käiks läbi videosilla. Samas on ka videosilla tarkvaratugi lähiajal lõppemas ja selle uuendamiseks võimalus puudub, seade on lähenemas toeperioodi lõpule.

Skype for Businessi arendus on toimunud küll keskselt, aga ei taga kõiki vajadusi, sest väliste partneritega suhtlemine on keeruline: enamus partnereid kasutab mitteühilduvaid tehnoloogiaid, eriti välismaal, kus on levinud vanemad tehnoloogiad, H.323/SIP ja isegi ISDN. Skype for Business on PPAs ühine teiste Siseministeeriumi asutustega, va Sisekaitseakadeemia.

Skype for Businessi on võimalik väliste partnerite Skype for Businessiga liidestada (födereerida), mis võimaldab PPA kasutajatel suhelda oma tööarvutite tagant otse väliste partnerite ametnikega, seda nii teksti, heli kui ka video osas. See on samas keeruline, sest nõuab eelnevat kokkulepet asutuste vahel ja usaldust partneri vastu, kes saab ligi PPA kasutajatele, kellele on antud födereeritud partneritega suhtlemise õigus (vaikimisi see õigus puudub). PPA Skype for Business on födereeritud ligikaudu 20 eesti riigiasutusega. Eesti väliste partneritega on födereerimine keerulisem, seda nii kokkulepete saavutamise osas kui selle osas, et enamus välismaailmast kasutab veel vanemaid tehnoloogiaid.

Samas on videokonverentsivajadus PPAs kui üleriigilises asutuses paljude välispartneritega väga suur.

Potentsiaalsete eelarveliste vahendite (kütus, autod, sõidule kuluv ametnike tööaeg) maht, mida saaks säästa videokonverentsi kasutades, on suur.

Seda nii sisemiste koosolekute arvelt kui ka eestiseste partneritega suhtlemisel (ministeeriumid, prokuratuurid, Maksu- ja Tolliamet jms), välismaiste partneritega suhtlemine (Euroopa Komisjon, Europol, Interpol, Euroopa politsei- ja piirivalveasutused jms) vahialuste kohtusse transportimise puhul jms.

2.1 SIP/H.323

SIP ja H.323 on täiesti erinevate algustega ja iseseisvad tehnoloogiad, aga kuna kõik PPA seadmed ja tarkvarad, mis toetavad ühte, toetavad ka teist ja kasutajatele jääb nende erinevus PPA seadmete puhul märkamatuks, siis vaatame neid ühiselt kui „klassikalisi videokonverentsitehnoloogiaid“.

SIP ja H.323 kasutavad audio ja video kodeerimiseks samu koodekeid: audioks G.711, G729(a), G723.1, G.726, G722, G728, Speex, AAC-LD ja video puhul H.261, H.263 ja H.264. SIP sai alguse interneti kommuunist ja IETF (Internet Engineering Task Force) ja

H.323 telekommunikatsiooni kommuunist ja ITU-T (ITU Telecommunication Standardization Sector), mõlemad on tegelikult tänaseks vananenud, kuigi laialt kasutuses. SIP protokoll defineerib ainult sessiooni algatuse ja kõik muu kaetakse teiste protokollide poolt, H.323 on „vihmavari“ protokoll, mis hõlmab kõike kõne algatamisest kuni juhtimiseni ja meediani, mida kasutatakse.

Enamus üldlevinud klassikalisi videokonverentsiseadmeid ja videosildu toetavad nii SIP kui H.323 ühenduste loomist, tarkvarad toetavad enamuses kas üht või teist, aga PPAs kasutuses olev Lifesize SoftPhone toetab mõlemat.

Enamus klassikalistel videokonverentsiseadmetel puudub kasutajate haldus kui selline, videosildadel lubatakse ligipääsu virtuaalruumidele seadistatavate PIN koodidega, mida kasutaja sisestab peale ühendumist või mis on juba aadressi sees (<ruumi nr>:<ruumi PIN>@<server IP>).

2.1.1 SIP

SIP ehk Session Initiation Protocol on kommunikatsiooniprotokoll multimeedia sessioonide algatamiseks ja juhtimiseks üle IP võrkude. SIP on rakendustaseme protokoll, mis kasutab transpordikihis TCP (Transport Control Protocol), UDP (User Datagram Protocol) või SCTP (Stream Control Transmission Protocol) protokollide ja võrgukihis IP protokollide (IPv4 või IPv6). SIP kasutab erinevaid protokolle meediavoogude ülekandmiseks, nagu RTP (Real-time Transport Protocol) ja SRTP (Secure Real-time Transport Protocol) ja vajadusel TLS (Transport Layer Security) krüpteerimiseks.

SIP esialgne disain oli 1996. aastal ja standardiseeriti IETF (Internet Engineering Task Force) poolt 1999. aastal RFC 2543 (Network Working Group 1999).

2.1.2 H.323

H.323 sai alguse samuti 1996 aastal, kui ITU (International Telecommunications Union – UN agentuur) division ITU-T (ITU Telecommunication Standardization Sector) tuli välja soovitusena kasutada H.323's defineeritud protokolle audio-video edastamiseks üle lokaalsete (LAN) võrkude. Sealt levis H.323 kiiresti kasutamiseks üle muude IP võrkude. Viimane versioon on aastast 2009.

H.323 spetsifitseerib erinevate ITU-T ja IETF protokollide kasutamise, nendest peamised: H.255.0, H.245, RTP, H.235, H.239, H.450, H.460.

2.2 Skype for Business

Skype for Business (endise nimega Lync, mis oli ka PPAs kasutuses) on Microsoft poolt pakutav Office paketi sisal olev äriklientidele mõeldud suhtlustarkvara. Skype for Business asendas Lynci aastal 2015 kombineerides omadusi Lyncist ja Eestist alguse saanud Skype tarkvarast, mille Microsoft omandas aastal 2011.

Skype for Business on klient-server lahendus, kasutajatel on arvutites klient ja keskel on server, klient suhtleb serveriga, aga samas suhtlevad samas võrgus olevad kliendid ka otse video ja audio puhul, see vähendab serverile langevat koormust. Kui kliendid on erinevates võrkudes (erinevates piirkondades PPA kasutajad või födereeritud partnerite kasutajad või tava Skype kasutajad), siis kliendid otseühendust ei saa ja ka video ja audio käib läbi keskse serveri.

Skype for Business on integreeritud Microsoft Office paketti (mida kasutab ka PPA) ja sealt tuleb kasutajatele lisafunktsionaalsuseid, nagu integratsioon Microsoft Outlookiga, Outlookis on võimalik teha Skype for Business koosolekuid, näha, kas kasutaja, kellele kirja saata, on Skype for Businessis hetkel aktiivne jms.

Skype for Business võimaldab peale heli ja video vahetada ka sõnumeid, faile, presenteerida dokumente.

Skype for Business on PPAs paigaldatud kõikidesse peamistes domeenides olevatesse arvutitesse, võimaldab vaikimisi suhelda kõigi Siseministeeriumi haldusalas olevate kasutajatega ja lisaõiguste taotlemisel födereeritud asutustega või tavalise Skype tarkvara klientidega. Skype for Business võimaldab kasutada ka veebipõhist klienti, aga PPAs pole seda juurutatud ja seetõttu sellest ei kirjuta.

Skype for business kui serverilahenduse puhul on võimalik logida erinevaid tegevusi, PPAs logitakse metaandmeid, ei logita videot, teksti vms privaatset.

Skype for Business'it kasutatakse PPAs läbi standardsete PC-arhitektuuriga arvutite, videokonverentsi lõppkasutajate seadmeid, mis on Skype for Businessi toega, ei kasutata. Põhjuseks see, et need on üldjuhul avalikus internetis, et suuta teha H.323/SIP ühendusi välismaailmaga ja Skype for Business nõuaks, et neil oleks ligipääs ka sisevõrku, mida turvakaalutlustel ei lubata.

Skype for Business kasutab kasutajate halduseks Microsoft Active Directory't ehk kõik kasutajad tulevad organisatsiooni domeenist. Skype for Business ei tööta ilma Active Directory't kasutamata. Ka PPA puhul tulevad kasutajad keskest domeenist, see hõlbustab kasutamist, arvutisse domeeni kontoga sisse logides pannakse tööle ka Skype for Business, mis on seotud domeeni kontoga ja eraldi parooli ei vaja.

2.3 Pexip

Pexip ja palju muid viimastel aastatel tekkinud tarkvaralisi videokonverentsilahendusi ja videosildu said võimalikuks tänu WebRTC-le. WebRTC'd kasutavad videosillad on veel näiteks Cisco Meeting Server ja Vidy. Kõik kolm pakuvad ka pilve, mis asub tellija juures, asutustele, mis ei tohi või ei taha kasutada väliseid pilveteenuseid (näiteks PPA). Pexipi valisin seetõttu, et hetkel on nemad ainukesed, kes on Microsofti poolt sertifitseeritud kui Skype for Business interoperability solution. Kuigi ka teised on Skype for Business toega, siis PPA's on kogemused Lifesize videosillaga, mille Skype for Businessi tugi oli problemaatiline.

WebRTC on standardite ja protokollide kogum, mis võimaldab läbi veebilehitsejate kasutada audio- ja videokonverentsi, jagada faile, vahetada tekstisõnumeid. Kõikide peamiste veebilehitsejate nagu Chrome, Firefox, Edge, Safari, Opera jms uuemad versioonid on WebRTC toega. Internet Exploreris puudub WebRTC tugi, aga PPAs on peamise veebilehitsejana kasutusel Firefox ja planeeritud üleminek Chrome-le.

WebRTC sai alguse 2011. aastal Google avatud lähtekoodiga projektina, WebRTC kood on vaba tarkvara BSD litsentsiga. WebRTC projekti toetavad Google, Mozilla ja Opera ja arendatakse koostöös W3C's ja IETF'is.

Pexip loodi 2012. aastal, tegemist on videokonverentsiserveriga, mis võimaldab kasutajatel ühenduda põhiliselt kasutades veebilehitsejaid WebRTC toega.

Pexip võimaldab kasutajatel ühenduda läbi veebilehitseja, aga toetab ka H.323, SIP ja Skype for Business liidestust, seetõttu võimaldab Pexip kokku panna erinevaid tehnoloogiaid kasutavaid kasutajaid, PPA mõttes tähendaks see, et üks kasutaja võiks olla veebilehitsejaga, teine koosolekuruumis SIP/H.323 seadme taga ja kolmas oma arvutiga kasutades Skype for Business tarkvaralist klienti.

Pexipil on lisaks brauseripõhisele WebRTC kliendile ka tarkvaralised Windows, Android, iOS ja Linux kliendid, aga antud töös vaatlen ainult brauseripõhist Pexipit, kuna see esindab WebRTC tehnoloogiat. Arvestades ka Pexipi litsenseerimistingimusi kus asutus maksab samaaegsete ühenduste pealt, ei oleks realistlik tekitada Skype for Businessiga sarnast olukorda, kus kliendid lähevad arvutiga tööle ja logivad ennast serverisse sisse.

Pexip lubab nii ise luua kasutajaid kui toetab ka Microsoft Active Directory't ja muid LDAP servereid, oluline tingimus suures asutuses, mis ei taha videokonverentsiserveri jaoks eraldi kasutajate haldust. Tuhandete kasutajate puhul on see hädavajalik.

3 Hindamistegevuse kirjeldus

Tähtsamad kriteeriumid on kasutaja- või funktsionaalsest vaatest, sest ükski tarkvara pole PPA-taolises asutuses (kasutajad on väga erinevate IT teadmistega, paljud on IT võõrad) mõeldav, kui kasutusmugavus on madal. Ainult väga spetsiifilised tarkvarad mingile kindlale töötajate grupile võivad olla madala kasutusmugavusega (analüütika tarkvarad, IT-kuritegude tarkvarad jms). Funktsionaalsus ja ühilduvus aga on videokonverentsitehnoloogia puhul „A ja O“, sest selleks neid kasutataksegi, erinevate osapoolte ühendamiseks.

Senisele kogemusele toetuvalt sõltub pildi- ja helikvaliteet enim kaamera, mikrofoni ja sideühenduse parameetritest, kõik võrreldavad tehnoloogiad toetavad vähemalt 720p kvaliteediga videot ja kvaliteetset heli. Seetõttu ei ole need võrreldavad kriteeriumid.

3.1 Hinnavõrdlus

Hindade võrdlust ei saa adekvaatselt teha, sest alternatiivid erinevad olulisel määral:

SIP/H.323 puhul on küsimuseks, kas riistvaralised videokonverentsiseadmed soetada igasse asukohta? PPA-l on ligikaudu 160 füüsilist asukohta, kui tahta tagada videokonverentsivõimalust kõigile, siis tuleks kõik varustada seadmetega, suuremates asukohtades peaks neid olema rohkem. Kõikides asukohtades ei pruugi samas olla videokonverents vajalik ja see nõuaks kõigi 160+ asukoha analüüsi. PPA peamajas on 10+ koosolekuruumi, mitu neist vajavad videokonverentsivõimekust? Väikese arvu seadmete juures ei ole tehnoloogia võrreldav Pexipi ja Skype for Businessiga, mida saab kasutada töötajate arvutitest ehk kõikidest PPA asukohtadest. Seadmete hind kõigub kordades põhiliselt vastavalt ruumide suurusele, adekvaatse hinna saamiseks tuleks analüüsida lisaks asukohtadele ka kõiki PPA ruume, kuhu videokonverentsiseadmed paigaldataks.

Hind sõltub SIP/H.323 seadmete puhul:

- Seadmete arv, mis tuleneb asukohtade arvust, kus on videokonverentsi vaja ja nendes asukohtades koosolekuruumide arvust
- Seadmete funktsionaalsusest tulenev hind (€2000 - €15000), mis põhiliselt tuleneb sellest, kui suure ruumi jaoks seade mõeldud on, sh kaamera kvaliteet, mikrofonide kvaliteet ja arv, erinevad tarkvaralised litsentsid (mitme osapoolega videokonverentsi võimalus, HD kvaliteedi võimalus jms).
- Kas kasutada lisaks videosilda, mis võib muuta seadmete hinda odavamaks (pole vaja mitme osapoolega videokonverentsi funktsionaalsust), aga tähendab lisakulu silla enda hinna näol
- Projektorite ja ekraanide vajadus, sest enamuse SIP/H.323 seadmetel pole integreeritud ekraani

Skype for Businessi puhul tuleb arvestada, et Skype for Business on PPA puhul Microsoft Office Standard litsentsi osa. Kulu on peidetud Office tarkvarapaketti ja seda sealt välja tuua ei ole realistlik. Litsents peab olema igal kasutajal, kelle arvutis on klient olemas, mis arvuti käivitudes serverisse ühendub.

Hind sõltub Skype for Business puhul:

- Serverite hind, nii litsentsid kui riistvara
- Microsoft Office Client Access Licence (CAL) litsentsid, Skype for Business puhul saab võtta ka eraldi CAL'i, aga neid kombineerides tuleb sääst hinnas
- Veebikaamerad ja mikrofonid

Pexipi puhul on hinda kõige lihtsam arvutada, aga pole adekvaatselt võrreldav teiste tehnoloogiatega, Pexipi puhul tuleb põhiline hind mitte kogukasutajate arvust, nagu Skype for Businessis, vaid samaaegsete ühenduste arvust ja virtuaalruumide arvust. Erinevalt Skype for Businessist ei pea iga kasutaja olema litsenseeritud, litsentse loetakse ainult siis, kui kasutajad realselt serverisse ühenduvad.

Hind sõltub Pexipi puhul:

- Serveri litsentsid ja riistvara

- Samaaegsete kasutajate litsents
- Virtuaalruumi litsents, st virtuaalruumide arv on piiratud litsentsidega
- Tehnilise toe hind, mis sõltub samaaegsete kasutajate litsentside arvust ja millest loobuda ei saa
- Paigaldustasu
- Veebikaamerad ja mikrofonid

Kogu hinnavõrdluse teeb veel keerulisemaks see, et kui klassikaliste videokonverentsiseadmete puhul ei ole kasutajal vaja kaamerat ega mikrofonid, siis nii Skype for Business kui Pexipi puhul on need vajalikud. PPAs on enamuse videokonverentsi kasutajatel sülearvutid, kus on need olemas, samas ei ole sülearvutit kõigil ja osadel sülearvutite kasutajatel on lisaks ka peakomplektid, et mitte kolleege häirida või eraldi mikrofonid ja võimsamad kaamerad, et suuremas ruumis videokonverentsi teha.

Kõik eeltoodu tähendab seda, et realistliku hinnavõrdluse tegemine ei ole antud tööraames võimalik ja võib olla üks magistritöö suundi.

3.2 Hindan

Ühenduse loomise kiirus ja mugavus

SIP/H.323:

Kuna SIP/H.323 seadmed ei tööta 24/7, siis algab videokonverentsi töölepanek seadme käimapanekust, peale mida võetakse puldi abil kas aadressiraamatust eelsisestatud aadress või trükitakse uus. Seadme töölepanekust kuni kõne tegemiseni läheb ligikaudu 2,5 minutit. Seda juhul, kui helistatakse välja aadressiraamatus olevale SIP või H.323 aadressile või võetakse kõne vastu. Uue IP aadressi sissetrükkimine puldi abil on ebamugav ja võib aega võtta minuteid.

Skype for Business:

Videokonverentsi töölepanek algab kliendi lahtivõtmisest, peale seda tuleb otsingusse sisestada partneri nimi ja valida videokõne alustamine. Kogu protseduur võtab aega ligikaudu 10 sekundit. Eelduseks on, et partner on siseministeeriumi haldusalast, födereeritud kasutajate puhul tuleb sisestada nende täpne meiliaadress ja see võtab rohkem aega.

Pexip:

Videokonverentsi töölepanek algab veebilehitseja töölepanekust, Pexipi lehele minekust, virtuaalruumi nime sisestamisest ja vajadusel PIN-koodi panekust. Kogu protseduur võtab aega ligikaudu 30 sekundit.

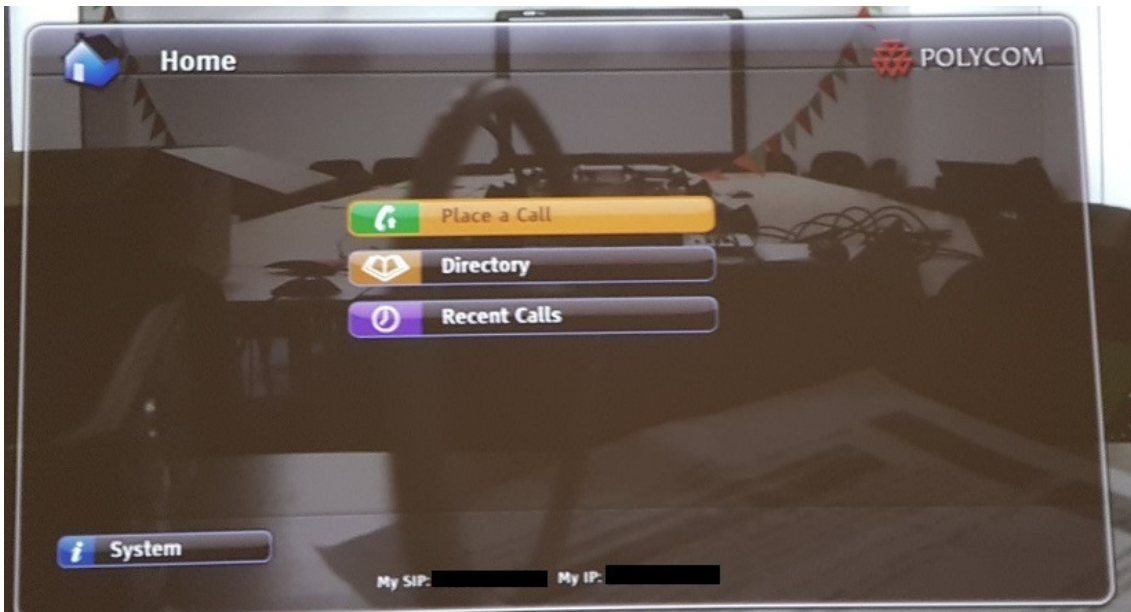
Rääkides ühenduse loomise kiirusest ja mugavusest on eelis arvutis jooksvatel klientidel, sest arvuti jookseb tööajal kogu aeg ja seda ei pea käivitama. Skype for Businessil on eelis Pexipi ees, kuna ühenduse peab looma ainult üks osapool, mitte kõik osapooled ei pea ise ühenduma.

Ühenduse loomise kiirus ja mugavus on selgelt uuematel tehnoloogiatel paremad, Skype for Businessil on väike eelis sellega, et tal on tarkvaraline klient, mis jookseb kogu aeg kasutajate arvutites.

Kasutajaliidese kasutusmugavus ja lihtsus

SIP/H.323:

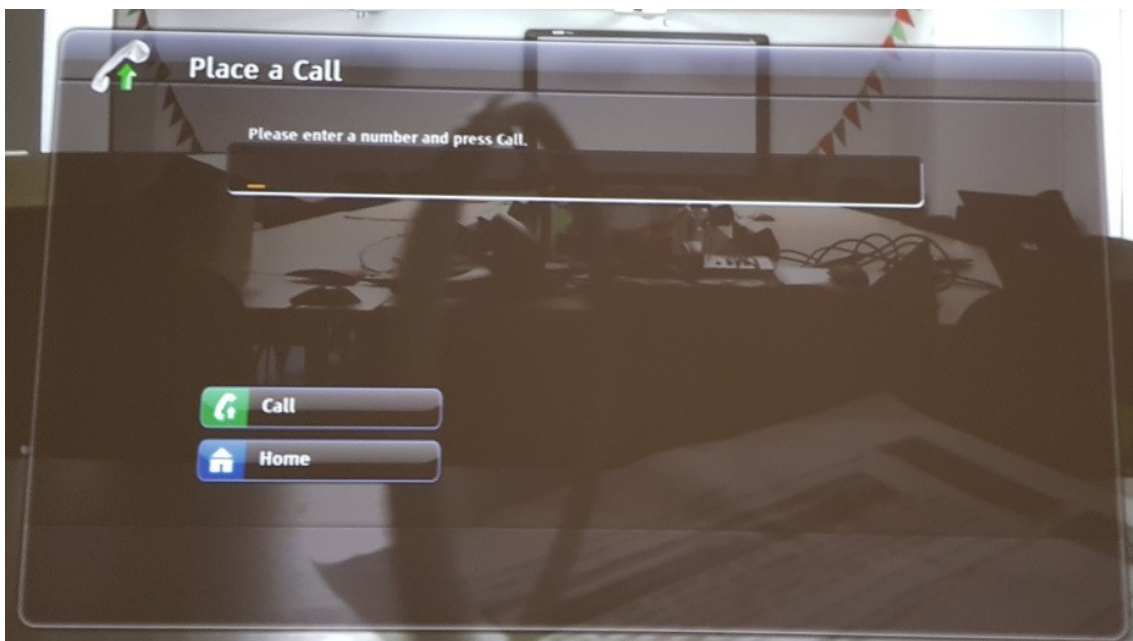
Kasutajaliidest testisin seadmel Polycom HDX7000, seade läheb tööle üle kahe minuti ja avaleht on minimalistlik (joonis 1)



Joonis 1. Polycom HDX8000 esileht.

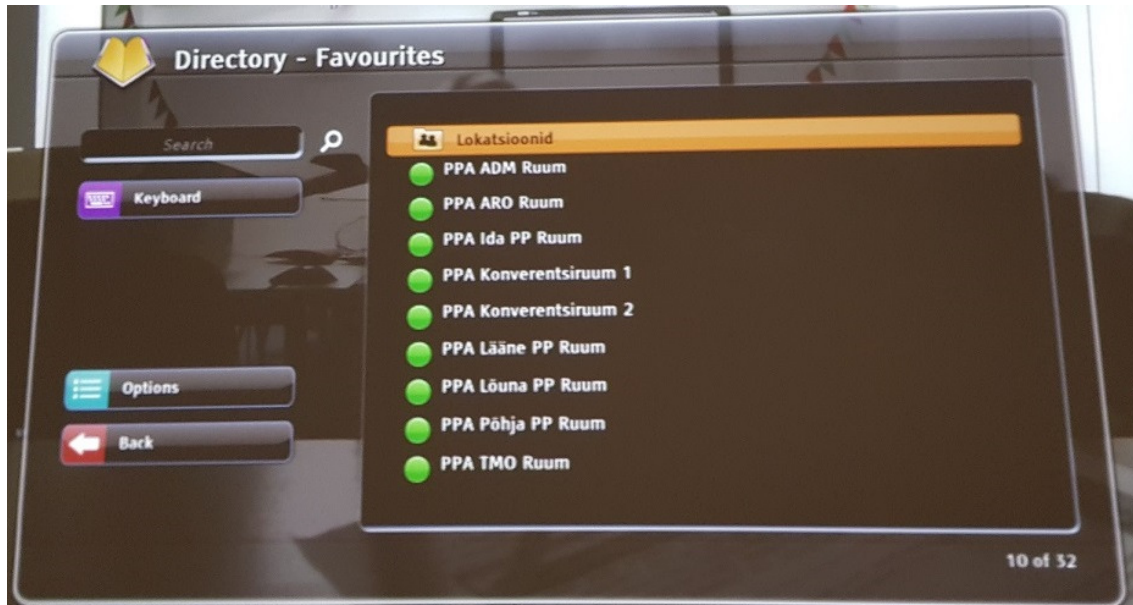
Puldi kasutamine on võrreldes arvuti klaviatuuriga tunduvalt keerulisem, eriti ametnikele, kes pole tihedad videokonverentsi kasutajad.

Videokonverentsi käivitamiseks tuleb kas oodata sisenevat kõnet või trükkida IP aadress (joonis 2), puldilt on selle tegemine ebamugav eriti kui aadress on videosilla aadress, kus on peale IP aadressi ka ruumi number ja PIN kood (<ruumi nr>:<ruumi PIN>@<server IP>).



Joonis 2. Polycom HDX7000 videokonverentsikõne loomise aken.

PPA puhul seda kasutajatelt ei eeldatagi, enamkasutatud aadressid pannakse aadressiraamatusse (joonis 3) ja kui neid seal ei ole, siis kasutajatugi eeldab, et kasutajal on abi vaja.

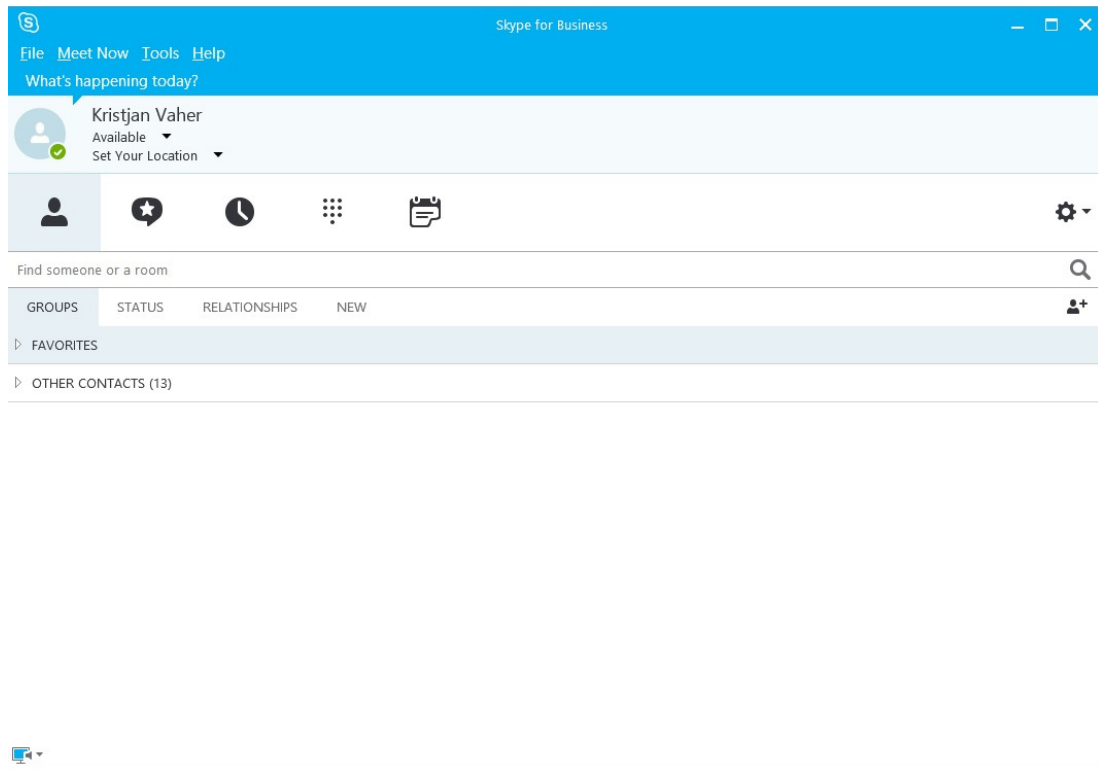


Joonis 3. Polycom HDX7000 aadressiraamat.

See tekitab probleeme, kui aadressid muutuvad või seadmed kolivad, erinevates asukohtades võib aadressiraamatus olla vajadus erinevate aadresside järgi. Lisaks on osadel partneritel videosillad ja videokonverentsikutse on erinevatesse ruumidesse erinevate aadressidega.

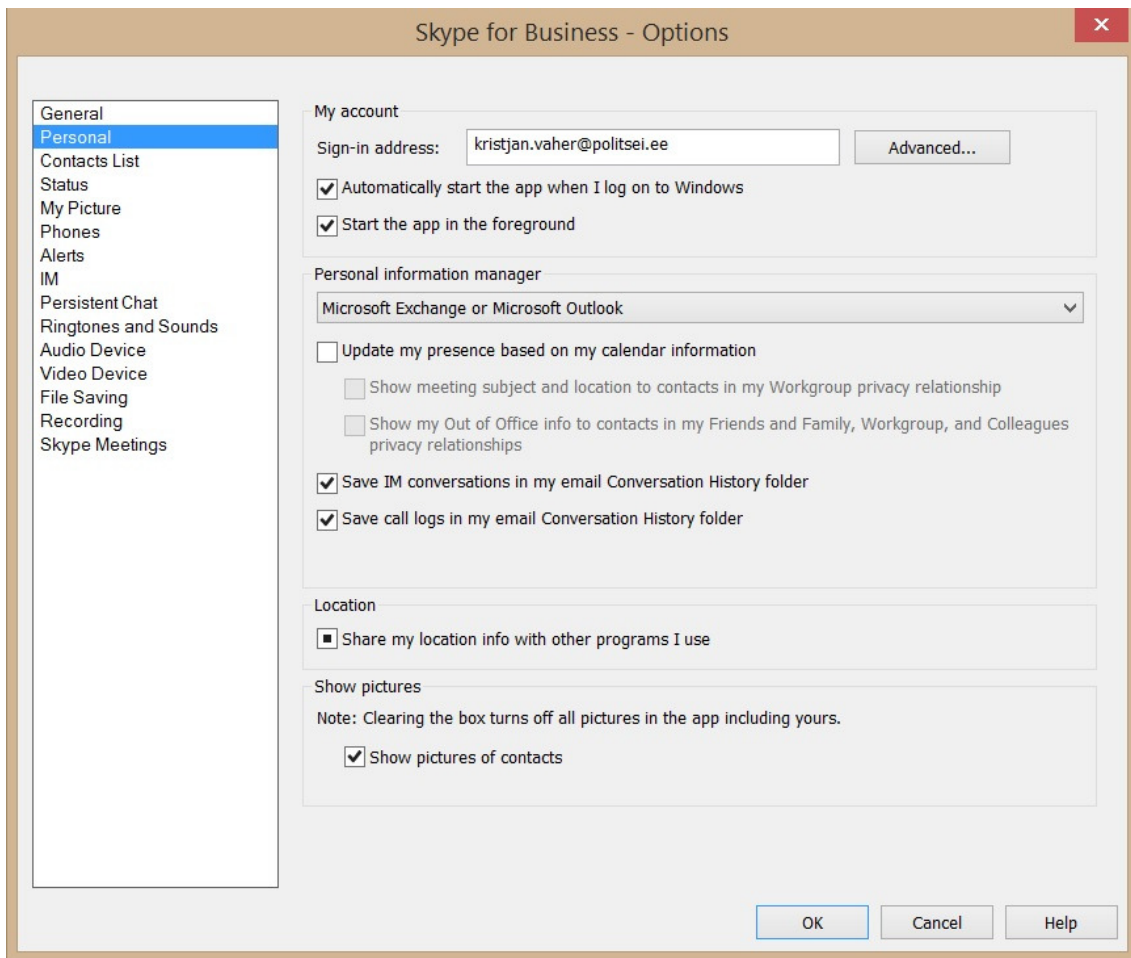
Skype for Business:

Kasutajaliides on küllaltki lihtne ja arusaadav (joonis 4), vajadusel on eesti keel valitav, mis on suur pluss. PPAs peavad kõik ametnikud oskama Eesti keelt ja seetõttu pole Vene keele olemasolu vajalik. Kontaktiraamatus on vaikimisi kõik siseministeeriumi haldusala ametnikud, födereeritud ametnikke ei ole va, kui antud ametnik on lisatud eraldi aadressiraamatusse.



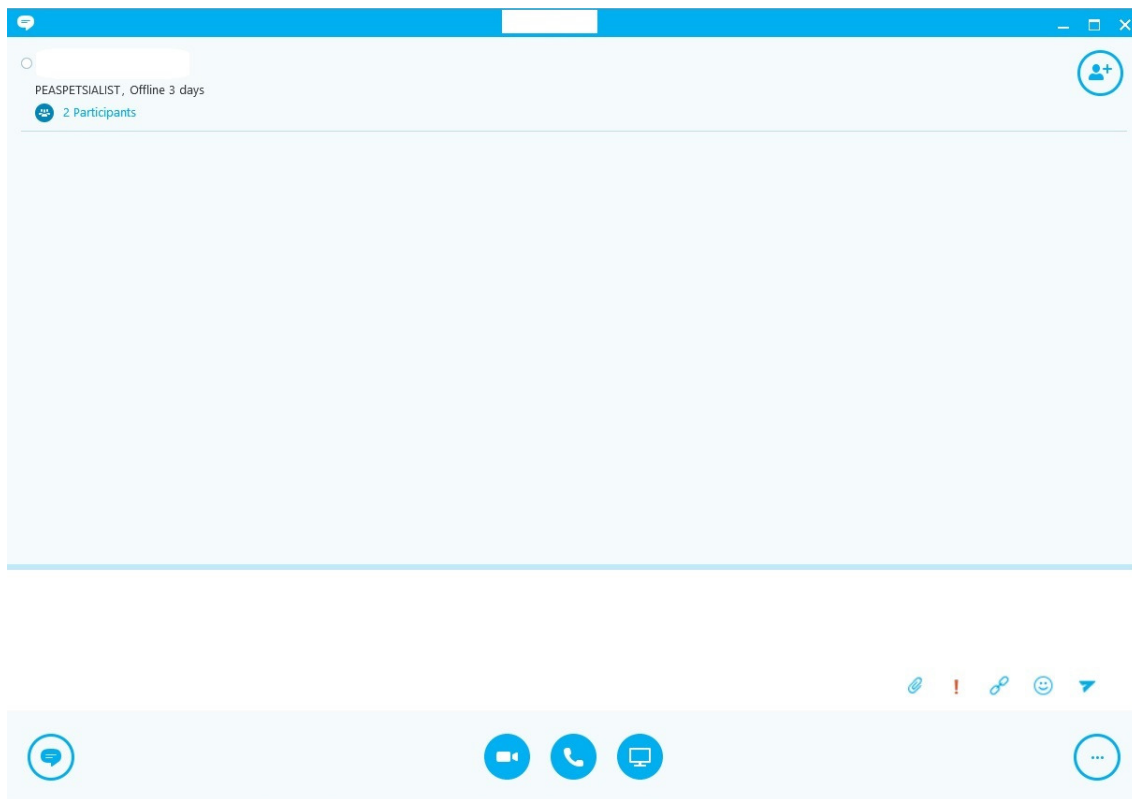
Joonis 4. Skype for Business avaleht.

Seadistuste muutmine on tavakasutajale keeruline (joonis 5) ja neid on palju, positiivne on samas see, et vaikumisi seadistused on enamuse kasutajatele piisavad.



Joonis 5. Skype for Business seadistuste valik.

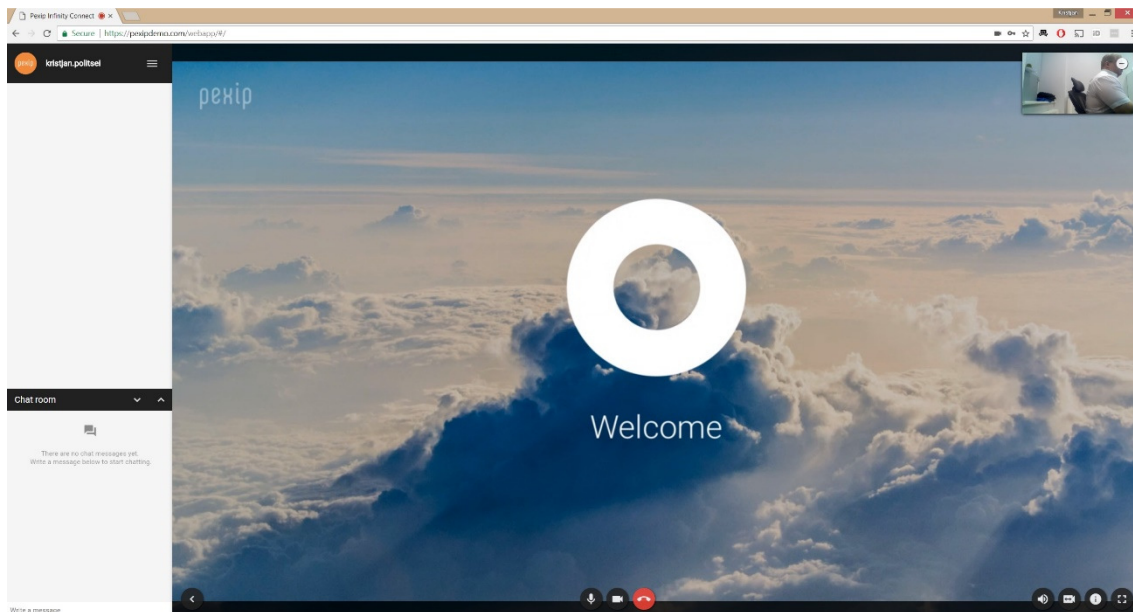
Videokonverentsi saab teha programmi avalehelt kasutajate nimekirjast või otsingust või peale kasutaja akna avamist (joonis 6), kust saab ka kasutajatele tekstisõnumeid saata.



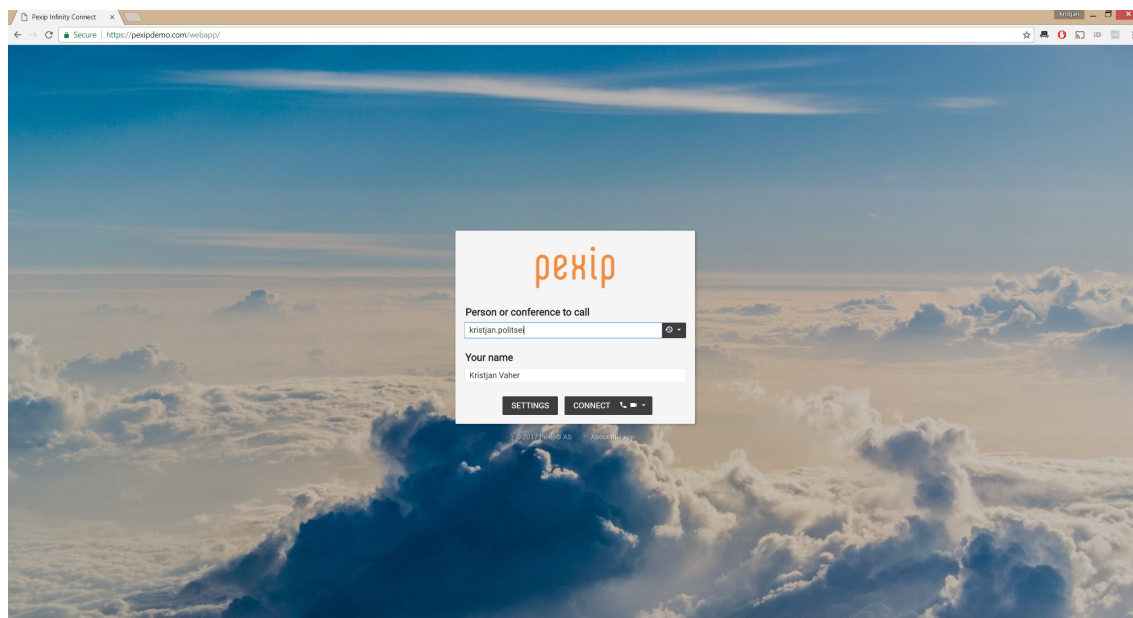
Joonis 6. Skype for Business kontakti aken.

Pexip:

Kasutajaliides on moderne (Joonis 7). Erinevalt Skype for Businessist ollakse peale sisselogimist (Joonis 8) kohe videokonverentsiruumis.

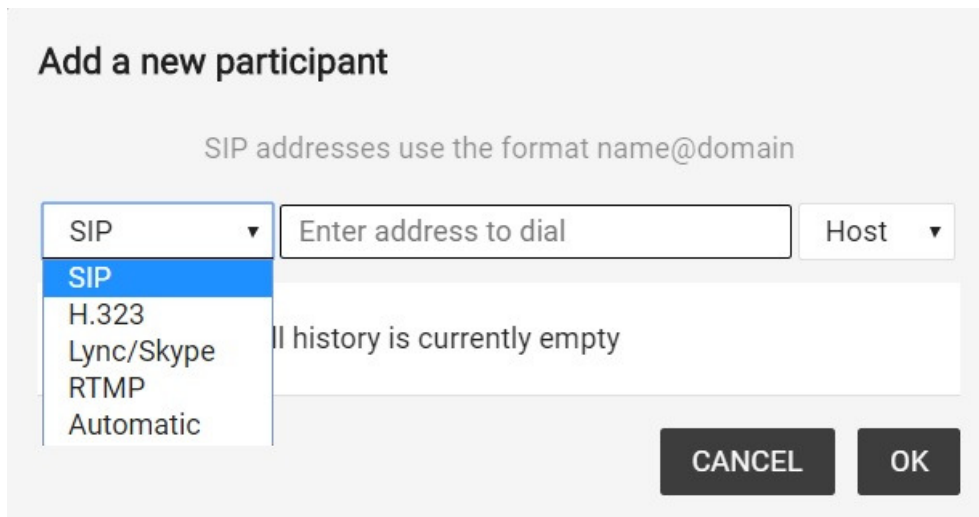


Joonis 7. Pexip virtuaalruumi avaelt.



Joonis 8. Pexipi login aken.

Ruumis on näha kõik osalejad, kellel on võimalik suhelda, lisaks on sõnumivahetamise aken, mis testides korralikult ei töötanud olenemata brauseri valikust või versioonist; testisin uusima Chrome ja uusima Firefox'i versiooniga, sest neid PPA kasutab: oma sõnumeid nägid kõik, aga teiste omasid mitte alati, Kuna antud töö tegemiseks kasutasin demoversiooni, siis puudus võimalus tehniliseks toeks. Keelevalik puudub. Seadistuste kasutamine on lihtne ja neid on vähe. Välja helistamine SIP/H.323 või Skype for Business klientidele (joonis 9) on lihtne, vajadusel saab kutsest aadressi kopeerida.



Joonis 9. Pexpi SIP/H.323 kõne tegemise aken.

Kasutajaliidese kasutusmugavuse ja lihtsuse poolest on kõige parem kõige uuem videokonverentsitehnoloogia ehk Pexip. Skype for Business ei jää kaugemale maha, aga klassikaliste videokonverentsiseadmete kasutajaliides, mida juhitakse puldiga on selgelt aegunud ja vajab uut disaini ja juhtimisvahendit.

Ühilduvus asutuse sees

SIP/H.323:

Probleemiks on riistvaraliste SIP/H.323 seadmete puhul see, et võrreldes Skype for Businessi ja Pexipiga mida, saab kasutada arvutitest, on kasutusel piirangud st. koosolekuruumi olemasolu ja hõivatus. Lahendus oleks tarkvaraline videokonverentsiklient, aga see nõuab välismaailmaga suhtlemiseks välisvõrku, mis pole turvakaalutlustel lubatud. Lisaks on aadressiraamatu probleem, 160 asukoha puhul on seda ebamugav sirvida ja kuna IP'd ajas muutuvad, siis on ka probleem nende uuendamine.

Skype for Business:

Skype for Business on PPAs hea sisemise levikuga, kõikides keskdomeenis olevates arvutites on tarkvara paigaldatud ja vaikimisi tööle seadistatud, kõik PPA töötajad on lihtsa nimeotsinguga leitavad. Videokonverentsi ei pea enne telefonitsi või e-posti teel kokku leppima, seda saab tarkvara kaudu. Ühilduvus asutuse sees on suurepärane.

Pexip:

Pexip on asutuse sees hea ühilduvusega, aga sellel on piirangud võrreldes Skype for Businessiga, mis tulenevad sellest, et Pexip ei tööta kogu aeg vaikimisi. Videokonverentsid tuleks enne telefonitsi või e-posti teel kokku leppida, sh ka virtuaalruum, kuhu ühendutakse. Kuna ruumide arv on piiratud rahaliste vahenditega (ruumilitsents), siis võib juhtuda, et valitud ruum on juba hõivatud ja tuleb valida uus ruum.

Skype for Business on asutusesisese ühilduvusega selgelt liidrikohal, tarkvaraline klient on kõikides arvutites ja seadistatud tööle minema arvutisse sisse logides. Pexip jääb ühilduvuses alla seoses sellega, et tarkvara ei tööta koguaeg, konverentse tuleb eelnevalt kokku leppida. SIP/H.323 riistvaralised seadmed on asutusesisese ühilduvusega selgelt kõige paremal kohal.

Ühilduvus välispartneritega

SIP/H.323:

Kuna enamus PPA partnereid suudab teha SIP/H.323 videokonverentse siis on ühilduvus välispartneritega riistvaralistel SIP/H.323 seadmetel hea.

Skype for Business:

Ühilduvus välispartneritega nõuab Skype for Businessi puhul kas partnerasutusega födereerimist, kui neil on samuti Skype for Business, või siis, et väline partner kasutab tavalist Skype'i ja PPA kasutajal on õigus tavaliste Skype kasutajatega suhelda. Födereerimine on problemaatiline eriti välisriikide asutustega ja nende asutustega, kellega on vähe sidemeid ja tavalise Skype'i kasutajatega suhtlemine on vaikimisi turvakaalutlustel keelatud ja ei ole soovitatud lahendus.

Pexip:

Ühilduvus välispartneritega on Pexipi puhul väga hea, on võimalik kas virtuaalruumist teha SIP/H.323 konverentsikõne välja või anda välisele partnerile veebilink ja WebRTC toega brauseri abil saavad nad ruumi ühenduda, enamus partnereid on sellega kaetud.

Välispartneritega ühilduvus on parim Pexipi puhul, mis lisab SIP/H.323 kõnele ka WebRTC. SIP/H.323 seadmed on välispartneritega ühendumiseks paremad, kui Skype for Business, sest enamuse PPA partnereid ei ole födereeritud aga pea kõigil on mingi klassikaline SIP/H.323 seade.

Presentatsioonide tegemine ja grupitöö

SIP/H.323:

Presentatsioonide tegemine on SIP/H.323 seadmetega võimalik ühendades arvuti videokonverentsiseadmega läbi VGA, HDMI või muu videokaabli. PPA-s kasutusel olevatest seadmetest enamuse ei luba samal ajal saata oma pilti ja jagada presentatsiooni, tuleb teha valik, aga kuna see on konkreetsete mudelite piirang, mitte tehnoloogia siis seda miinuseks ei saa lugeda.

Skype for Business:

Skype for Business on kõige võimsama funktsionaalsusega, kui asi puudutab presenteerimist ja grupitööd. Presenteerida saab ekraanipilti, kindlat programmi, Powerpointi faili, manustada saab faile, saab jagada ühist valget tahvlit joonistusteks ja tekitada hääletusi. PPA-s kasutatakse realselt ainult ekraanipildi, kindla programmi (MS Word vms) või Powerpointi presentatsiooni jagamist, teiste võimaluste kasutamine on ligilähedane nulliga. Kasutajatel puuduvad vajadused ja oskused kõiki võimalusi ära kasutada.

Pexip:

Presentatsioonide tegemine Pexipis on võimalik kas Chrome või Firefoxiga. Kuna PPA kasutab mõlemat veebilehitsejat, ei ole see piirang probleemiks. Chrome veebilehitsejas käib see läbi Pexip Screensharing plugina. Firefoxis toimub presenteerimine ilma lisatarkvarata. Mõlemas veebilehitsejas saab jagada nii ekraanipilti kui PDF'i, Chrome kaudu saab jagada ka ainult kindla programmi akent.

Kokkuvõtteks võib öelda, et presentatsioonide tegemine ja grupitöö on kõige paremini lahendatud Skype for Business'is ja kõige primitiivsem kõige vanemas tehnoloogias ehk SIP/H.323 riistvaralistes videokonverentsiseadmetes. Pexipi nõrgaks küljeks osutub

tarkvaralise kliendi eelis veebibrauseri ees ja seetõttu on Skype for Business presenteerimiseks ja grupitööks parim.

3.3 Analüütiliste hierarhiate meetod

Subjektivsetest hinnangutest saan objektiivsed tulemused analüütiliste hierarhiate meetodiga.

Analüütiliste hierarhiate meetod (Analytic hierarchy process) on meetod, kuidas subjektivseid hinnanguid organiseerida, analüüsida ja võrrelda objektiivselt leidmaks valikuvõimalustest kõige sobivamat varianti.

Analüütiliste hierarhiate meetod on üks multikriteeriumi otsustusprotsessidest (ingl. Multiple-criteria decision making (MCDM)), erinevaid MCDM meetodeid on liiga palju, et neid kõiki välja tuua. Analüütiliste hierarhiate meetodi valisin, kuna see on üks kõige populaarsemaid ja prof. Leo Võhandu poolt on olemas väga hea eestikeelne konspekt (Võhandu 1998).

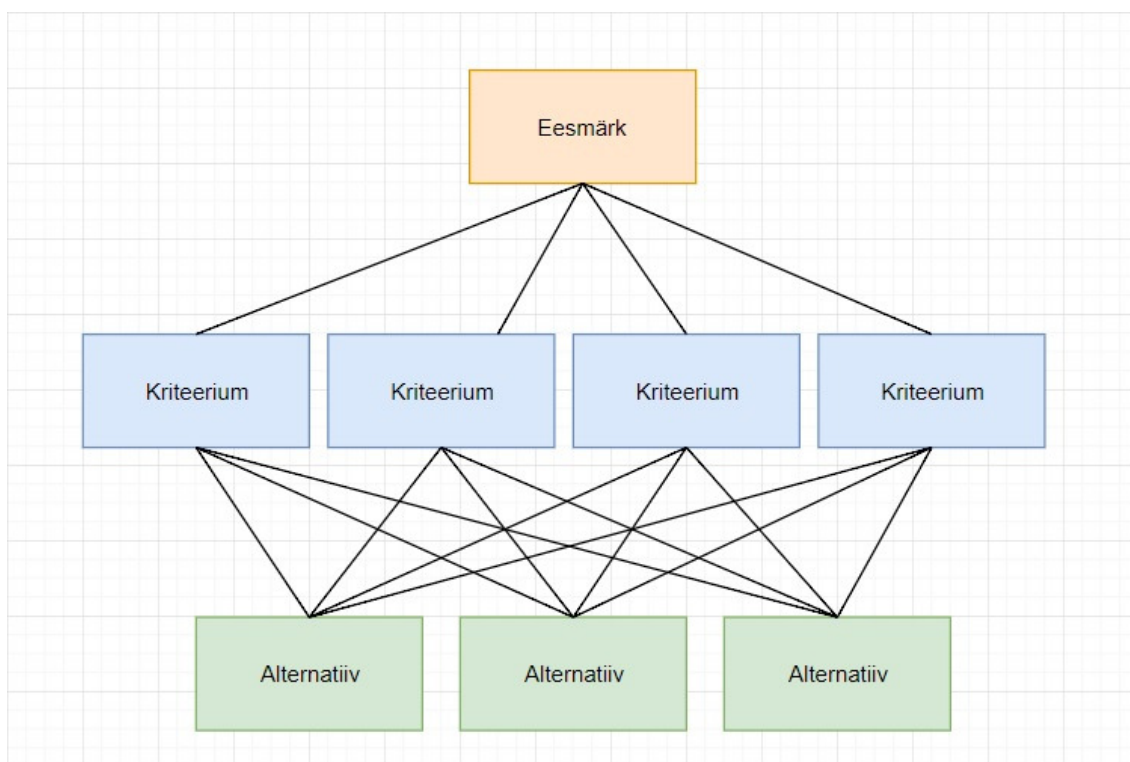
Analüütiliste hierarhiate meetodi arendas välja Pittsburgi ülikooli matemaatik ja professor Thomas L. Saaty 1970-nendatel ja seda on sellest ajast alates edasi arendatud ning kasutatakse globaalselt erinevates valdkondades.

Analüütiliste hierarhiate meetodis on defineeritud:

- Eesmärgid (Goal): kuhu tahetakse jõuda
- Kriteeriumid (Criteria): mida võrreldakse
- Alternatiivid (Alternatives): võimalikud tulemused, mille vahel valides leitakse sobivaim

Esiteks valitakse välja kriteeriumid ja siis korrastatakse need hierarhilisse struktuuri (Võhandu 1998).

Eesmärgid, kriteeriumid, vajadusel alamkriteeriumid ja alternatiivid organiseeritakse puu kujul (joonis 10) ja teostatakse kriteeriumide omavahelised paaritised võrdlused ja alternatiivide paaritised võrdlused kriteeriumide suhtes.



Joonis 10. Analüütiliste hierarhiate meetodi puu.

Paaritiste võrdluste puhul ei pea meil olema mõnda tuntud mõõteskaalat, mille suhtes midagi mõõta, analüütiliste hierarhiate meetodis võetakse võrreldavate elementide paar ja võrreldakse neid selle huvitava tunnuse suhtes, pööramata tähelepanu teistele tunnustele või elementidele. Võrdlemise läbiviimiseks piisab kogemusest või õpitust (Võhandu 1998).

Võrdlemiseks kasutatakse skaalat vahemikus 1-9 (tabel 1):

Tabel 1. Võrdlemise skaala.

Intensiivsus	Definitsioon	Selgitus
1	Võrdtähtis	Kaks tegevust pole mõjus eristatavad
3	Mõõdukas paremus	Kogemus ja hinnang annavad ühele eelise
5	Oluline paremus	Tugev eelistus
7	Väga tugev paremus	Tugev eelis, praktikas kinnitatud
9	Ekstreemne paremus	Tugevaim võimalik paremus või eelistus

2, 4, 6, 8 on kahe intensiivsuse vahelised hinnangud

4 Hindamise tulemused

Alustuseks koostan kriteeriumide omavahelise võrdluse tabeli (tabel 2):

Tabel 2. Kriteeriumide omavahelise võrdluse tabel.

	Ühenduse loomise kiirus ja mugavus	Kasutajaliidese kasutusmugavus ja lihtsus	Ühilduvus asutuse sees	Ühilduvus välispartneritega	Presentatsioonide tegemine ja grupitöö
Ühenduse loomise kiirus ja mugavus	1	1/5	1/5	1/3	1/3
Kasutajaliidese kasutusmugavus ja lihtsus	5	1	3	4	5
Ühilduvus asutuse sees	5	1/3	1	3	5
Ühilduvus välispartneritega	3	1/4	1/3	1	4
Presentatsioonide tegemine ja grupitöö	3	1/5	1/5	1/4	1

Hinded on subjektiivsed ja põhinevad kirjutaja senistel ja edasi kogunevatel kogemustel PPA-s ja eelnevalt Politseiametis alates 2004. aastast erinevatel ametikohtadel, mis hõlmasid videokonverentsi kasutamist, kasutajatoe pakkumist ja teenuse omanikuks olemist. Kuigi need hinded on subjektiivsed, siis analüütiliste hierarhiate meetod ongi selliste mitteobjektiivsete asjade võrdlemiseks.

Leian maatriksi iga rea harmoonilise keskmise (tabel 3), mille saan kui korrutan omavahel läbi iga rea hinded ja võtan nii mitmenda juure, kui mitu tegurit on, see on aga ainult vahetulemus:

Tabel 3. Harmoonilised keskmised.

Ühenduse loomise kiirus ja mugavus	0,34
Kasutajaliidese kasutusmugavus ja lihtsus	3,13
Ühilduvus asutuse sees	1,90
Ühilduvus välispartneritega	1,00
Presentatsioonide tegemine ja grupitöö	0,50

Normeerin need väärtused kogusummaga läbi jagades ja saan normeeritud harmoonilised keskmised, mida loen kriteeriumite osakaaludeks, mis peavad kokku andma ühe (tabel 4):

Tabel 4. Normeeritud harmoonilised keskmised

Ühenduse loomise kiirus ja mugavus	0,049
Kasutajaliidese kasutusmugavus ja lihtsus	0,456
Ühilduvus asutuse sees	0,277
Ühilduvus välispartneritega	0,146
Presentatsioonide tegemine ja grupitöö	0,072

On näha, et selgelt kõige tähtsam kriteerium on kasutajaliidese kasutusmugavus ja lihtsus.

Nüüd teen kolme alternatiivse tehnoloogia võrdluse iga kriteeriumi suhtes. Iga võrdlus eraldi tabelis (tabelid 5-9). Et tabelite arv hoomamatuks ei kasvaks, siis toon normeeritud harmoonilised keskmised ehk osakaalud välja juba samas tabelis.

Tabel 5. Ühenduse loomise kiirus ja mugavus.

	SIP/H.323	Skype for Business	Pexip	osakaal
SIP/H.323	1	1/7	1/5	0,072
Skype for Business	7	1	3	0,649
Pexip	5	1/3	1	0,279

Tabel 6. Kasutajaliidese kasutusmugavus ja lihtsus.

	SIP/H.323	Skype for Business	Pexip	Osakaal
SIP/H.323	1	1/5	1/7	0,072
Skype for Business	5	1	1/3	0,279
Pexip	7	3	1	0,649

Tabel 7. Ühilduvus asutuse sees.

	SIP/H.323	Skype for Business	Pexip	Osakaal
SIP/H.323	1	1/8	1/5	0,067
Skype for Business	8	1	3	0,661
Pexip	5	1/3	1	0,272

Tabel 8. Ühilduvus välispartneritega.

	SIP/H.323	Skype for Business	Pexip	Osakaal
SIP/H.323	1	5	1/3	0,279
Skype for Business	1/5	1	1/7	0,072
Pexip	3	7	1	0,649

Tabel 9. Presentatsioonide tegemine ja grupitöö.

	SIP/H.323	Skype for Business	Pexip	Osakaal
SIP/H.323	1	1/7	1/3	0,084
Skype for Business	7	1	4	0,705
Pexip	3	1/4	1	0,211

Kokkuvõtteks tuleb koostada koondtabel (tabel 10):

Tabel 10. Koondtabel.

	Ühenduse loomise kiirus	Kasutajaliidese kasutusmugavus ja lihtsus	Ühilduvus asutuse sees	Ühilduvus välispartneritega	Presentatsioonide tegemine
Osakaal	0,049	0,456	0,277	0,146	0,072
SIP/H.323	0,072*0,049	0,072*0,456	0,067*0,277	0,279*0,146	0,084*0,072
Skype for Business	0,649*0,049	0,279*0,456	0,661*0,277	0,072*0,146	0,705*0,072
Pexip	0,279*0,049	0,649*0,456	0,272*0,277	0,649*0,146	0,211*0,072

Korrutan läbi ja arvutan kogukaalud (tabel 11):

Tabel 11. Kogukaalud.

	Ühenduse loomise kiirus	Kasutajaliidese kasutusmugavus ja lihtsus	Ühilduvus asutuse sees	Ühilduvus välispartneritega	Presentatsioonide tegemine	Kogukaal
SIP/H.323	0,003528	0,032832	0,018559	0,040734	0,006048	0,101701
Skype for Business	0,031801	0,127224	0,183097	0,010512	0,05076	0,403394
Pexip	0,013671	0,295944	0,075344	0,094754	0,015192	0,494905

Testist järeldan, et PPA vajadustele videokonverentsi koha pealt vastab kõige paremini kõige uuem tehnoloogia ehk Pexip, vahe Skype for Businessiga ei ole suur ja tuleb

põhiliselt lihtsamast ja modernsemast kasutusliidesest ja välispartneritega suhtlemise võimalusest.

Skype for Business on teiseks sobivaim ja selle testi järgi pole vahe suur, põhiline nõrk külg on tal välispartneritega suhtlemine, mis on problemaatiline, sest puudub SIP/H.323 kõnede tegemise võimekus ja paljud partnerid, eriti teistest euroopa riikidest, soovivad ainult nende kaudu suhelda. Arvestades, et Skype for Business on juba kasutuses, ei ole kindel, et Pexipi eelised kaaluvad üles tehnoloogia vahetust.

Traditsioonilised SIP/H.323 videokonverentsiseadmed on selgelt ajast maha jäänud, nende hiilgeaeg oli siis, kui enamus lauaarvuteid ja sülearvuteid polnud piisavalt võimsad, et videokonverentsi teha. Arvutusvõimsuse kasvuga on aga olukord muutunud ja PC baasil tehnoloogiad on neid edestanud.

Saadud tulemus ühtib intuiitiivse tunnetusega, kus Pexip ja Skype for Business on võrdlemisi konkureerivad ja SIP/H.323 tugevalt iganenud.

5 Kokkuvõte

Antud töö sihtmärk oli tuvastada parim videokonverentsitehnoloogia Politsei- ja Piirivalveametile. Võrdlesin hetkel PPA's kasutuses olevaid SIP/H.323 ja Skype for Business videokonverentsitehnoloogiaid ja ka uusimat WebRTC baasil tekkinud Pexip'it.

Kasutades Thomas L. Saaty poolt 1970-nendatel arendatud analüütiliste hierarhiate meetodit võrdlesin SIP/H.323'e, Skype for Businessit ja Pexipit ja leidsin, et PPA jaoks parim videokonverentsitehnoloogia on uusim ehk Pexip, kuigi Skype for Business ei jäänud palju maha ja sellel oli eeliseid Pexipi ees. Põhiliseks otsustajaks sai välispartneritega suhtlemine, mis Skype for Businessil on halb. Antud tulemus ei ole muidugi absoluutne tõde ja kriteeriumide teiste osatähtsuste puhul oleks võinud tulemus teine tulla. Samas on välispartneritega suhtlemine hädavajalik PPA-sugusele asutusele, mis teeb koostööd nii politsei, piirivalve kui migratsiooni valdkonnas üle euroopa ja ka maailma. Kuritegevus, sh küberkuritegevus, piirivalve sh üle euroopaline koostöö ja ka migratsioon sh uusimad põgenikuvoolud läbi Eesti euroopasse on teemad, kus videokonverents on hädavajalik suhtlemaks välispartneritega.

Töös ei võrreldud hindu, sest antud tehnoloogiaid on väga raske objektiivselt võrrelda ja see nõuaks kõikide PPA 160 ja enama asukoha analüüsi, kus on mida vaja. Samas võib see olla antud töö edasiarendus, kõikide PPA asukohtade analüüs, töötajate videokonverentsivajaduste uurimine.

Töös saadud tulemused näitavad aga igal juhul seda, et tehnoloogia arenedes on võimalused videokonverentsiks kasvanud, mida aeg edasi, seda lihtsam ja parem on seda teha. Järgnevate aastate jooksul tuleb kindlasti veel uusi videokonverentsitehnoloogiaid ja PPA peaks nendega sammu pidama, võrreldes PPA'd paljude sarnaste asutustega välismaal on PPA olukord siiski hea.

Kasutatud kirjandus

1. Cisco – Cisco Meeting Server and Cisco Meeting App Data Sheet [WWW] <https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/conferencing/meeting-server/datasheet-c78-737519.html>
2. Jodeit.M – Hacking Video Conferencing Systems [WWW] <https://media.blackhat.com/eu-13/briefings/Jodeit/bh-eu-13-hacking-video-jodeit-wp.pdf> 2013
3. Business Matters – The history of Video Conferencing. [WWW] <http://www.bmmagazine.co.uk/tech/history-video-conferencing/01.2015>
4. Wikipedia – H.323 [WWW] <https://en.wikipedia.org/wiki/H.323>
5. Wikipedia – Integrated Services Digital Network [WWW] https://en.wikipedia.org/wiki/Integrated_Services_Digital_Network
6. International Telecommunication Union [WWW] <http://www.itu.int/rec/T-REC-H.323/en/>
7. Wikipedia – Multiple-criteria decision analysis [WWW] https://en.wikipedia.org/wiki/Multiple-criteria_decision_analysis
8. Wikipedia – Polycom VSX 7000 [WWW] https://en.wikipedia.org/wiki/Polycom_VSX_7000
9. Wikipedia – Session Initiation Protocol [WWW] https://en.wikipedia.org/wiki/Session_Initiation_Protocol
10. Network Working Group – SIP: Session Initiation protocol [WWW] <https://tools.ietf.org/html/rfc25>
11. L. Võhandu – Subjektiivsetest hinnangutest objektiivsete tulemusteni – loengukonspekt [WWW] http://maurus.ttu.ee/ained/IDN5120/doc/12/V6handu_konspekt_Subjektiivsetest_hinnangutest_objektiivsete_tulemusteni.pdf 1998
12. WebRTC [WWW] <https://webrtc.org/>
13. Videocentric – What the flip is Pexip?! [WWW] <http://www.videocentric.co.uk/what-is-pexip/>