



Universitatea Politehnica din București

Școala Doctorală de Antreprenoriat,

Ingineria și Managementul Afacerilor

Teză de Doctorat

Creșterea performanței serviciilor de telecomunicații prin utilizarea analizei statistice

Student doctorand: Mohammad Abiad

Coordinator științific

Prof. habil. dr.ing. Sorin Ionescu

Domeniul Fundamental: Științe Inginerești

Domeniul de Doctorat: Inginerie Industrială

București 2021

Index

Abstract.....	3
Introducere	4
Capitolul 1: Sistem de telecomunicații	5
Secțiunea 1.1: Structura sistemului de telecomunicații	
Secțiunea 1.2: Calitatea echipamentului	
Secțiunea 1.3: Relația cu clienții	
Secțiunea 1.4: Percepția clienților asupra serviciilor de telecomunicații	
Secțiunea 1.5: Probleme apărute în sistemul de telecomunicații	
Secțiunea 1.6: Concluzie	
Capitolul 2: Stadiul tehnologiei - Echipamente de telecomunicații și întreținere	7
Secțiunea 2.1: Producător de echipamente originale	
Secțiunea 2.2: Eficiența costurilor echipamentelor de telecomunicații	
Secțiunea 2.3: Întreținerea productivă totală a echipamentelor de telecomunicații	
Secțiunea 2.4: Concluzie	
Capitolul 3: Stadiul tehnologiei - Analiza relației cu clienții	9
Secțiunea 3.1: Satisfacția clienților individuali și ai companiei	
Secțiunea 3.2: Păstrarea clienților	
Secțiunea 3.3: Loialitatea clienților	
Secțiunea 3.4: Atracția clienților	
Secțiunea 3.5: Selectarea clienților	
Secțiunea 3.6: Concluzie	
Capitolul 4: Metodologia cercetării statistice	11
Secțiunea 4.1: Etapele analizei statistice	
Secțiunea 4.2: Metodologii statistice utilizate în analiza întreținerii	
Secțiunea 4.3: Metodologii statistice utilizate în analiza relației cu clienții	
Secțiunea 4.4: Concluzie	
Capitolul 5: Aplicații statistice realizate în sectorul telecomunicațiilor	14
Secțiunea 5.1: Cerere și simulare de întreținere predictivă	
Secțiunea 5.2: Analiza selectării clienților	
Secțiunea 5.3: Satisfacția și păstrarea clienților	
Secțiunea 5.4: Satisfacția clienților companiei	
Secțiunea 5.5: Concluzie	
Capitolul 6: Proceduri pentru managementul telecomunicațiilor	20
Secțiunea 6.1: Procedura de întreținere predictivă	
Secțiunea 6.2: Procedura de analiză a indicatorilor cheie în relația cu clienții	
Secțiunea 6.3: Procedura de analiză a selectării clienților	
Secțiunea 6.4: Concluzie	
Capitolul 7: Concluziile tezei	25
Rezumatul articolelor publicate	27
Scrisoare de interes de la compania de telecomunicații	28
Extras din Bibliografie	29

Abstract

Scopul acestei țări este de a crește performanța serviciului de telecomunicații prin intermediul analizei statistice. Prin urmare, scopul analizei noastre este de a îmbunătăți sistemul de management al companiilor de telecomunicații în vederea unor performanțe generale a serviciilor de telecomunicații. Sistemul de telecomunicații constă din diferite tipuri de echipamente care funcționează sub control personal pentru a furniza servicii utilizatorilor finali și, prin urmare, nu propunem să îndeplinească două obiective imediate: Creșterea duratei de viață a echipamentului prin implementarea unei strategii eficiente de întreținere predictivă pentru a ajuta fiabilitatea, disponibilitatea și întreținerea echipamentului, Creșterea și menținerea numărului de clienți ai furnizorilor de servicii prin-un studiu util privind relația cu clienții bazat pe satisfacție, retenție, loialitate, atracție și analiza de selectare a clienților.

Studiile anterioare au fost revizuite în principal printr-o analiză a literaturii de specialitate pentru a defini indicatorii de funcționare a echipamentului, precum și indicatorii-cheie pentru gestionarea relațiilor cu clienții. Diferite metodologii statistice au fost identificate și folosite în teză, ar fi timpul mediu între eșecuri, fiabilitate, regresie, K-mijloace clustering și clasificare folosind Arborele de decizie. Aceste metodologii au fost testate folosind aplicații pentru întreținerea predictivă, analiza relațiilor cu clienții și analiza selectării clienților. Ca urmare a analizei noastre, au fost generate patru proceduri pentru a finaliza fondul de management al furnizorilor de servicii și pentru a ajuta la implementarea diferitelor strategii care au performanța acestora.

Prima procedură are ca scop efectuarea întreținerii predictive a echipamentelor de telecomunicații, cu rolul de a îmbunătăți fiabilitatea echipamentului și furnizarea către furnizorul de servicii pentru următoarea defecțiune preconizată. A doua procedură este de a analiza un indicator unic pentru relația cu clienții care definesc factorii semnificativi pentru un astfel de indicator. A treia procedură a fost construită pentru a face o analiză încrucișată a doi indicatori și pentru a genera grupuri de clienți folosind tehnica de grupare k-Meas, și în cele din urmă a patra procedură include conceptul de analiză a selectării clienților a căror clasificare a clienților are loc folosind modelul de regresie logistică binară, precum și clasificarea arborelui decizional. Aplicații din teză au fost realizate pe piața de telecomunicații din Kuweit, iar procedurile generate au fost evaluate de unul dintre cei mai importanți furnizori de servicii de telefonie mobilă.

Introducere

Companiile de telecomunicații trec prin etape și situații diverse atunci când trebuie să răspundă cererii și concurenței în schimbare. Clienții caută o calitate bună a serviciilor, un preț scăzut și o relație exemplară cu clienții. Furnizorii de servicii sunt dornici de îmbunătățire a calității serviciilor pentru a câștiga încrederea și loialitatea clienților lor. Companiile care oferă servicii de telecomunicații au nevoie de statistici, astfel încât să poată anticipa comportamentul clienților și să evalueze performanța echipamentului, ceea ce ajută la creșterea performanței generale a sistemului. Studiul s-a concentrat pe două obiective: “creșterea duratei de viață a echipamentelor” pentru a spori calitatea serviciilor, ceea ce va duce la obținerea satisfacției clienților și “creșterea și păstrarea numărului de abonați” pentru a spori profitabilitatea acestora. Etapele tezei sunt împărțite în trei concepte majore, care sunt rezumate în următoarea figură:

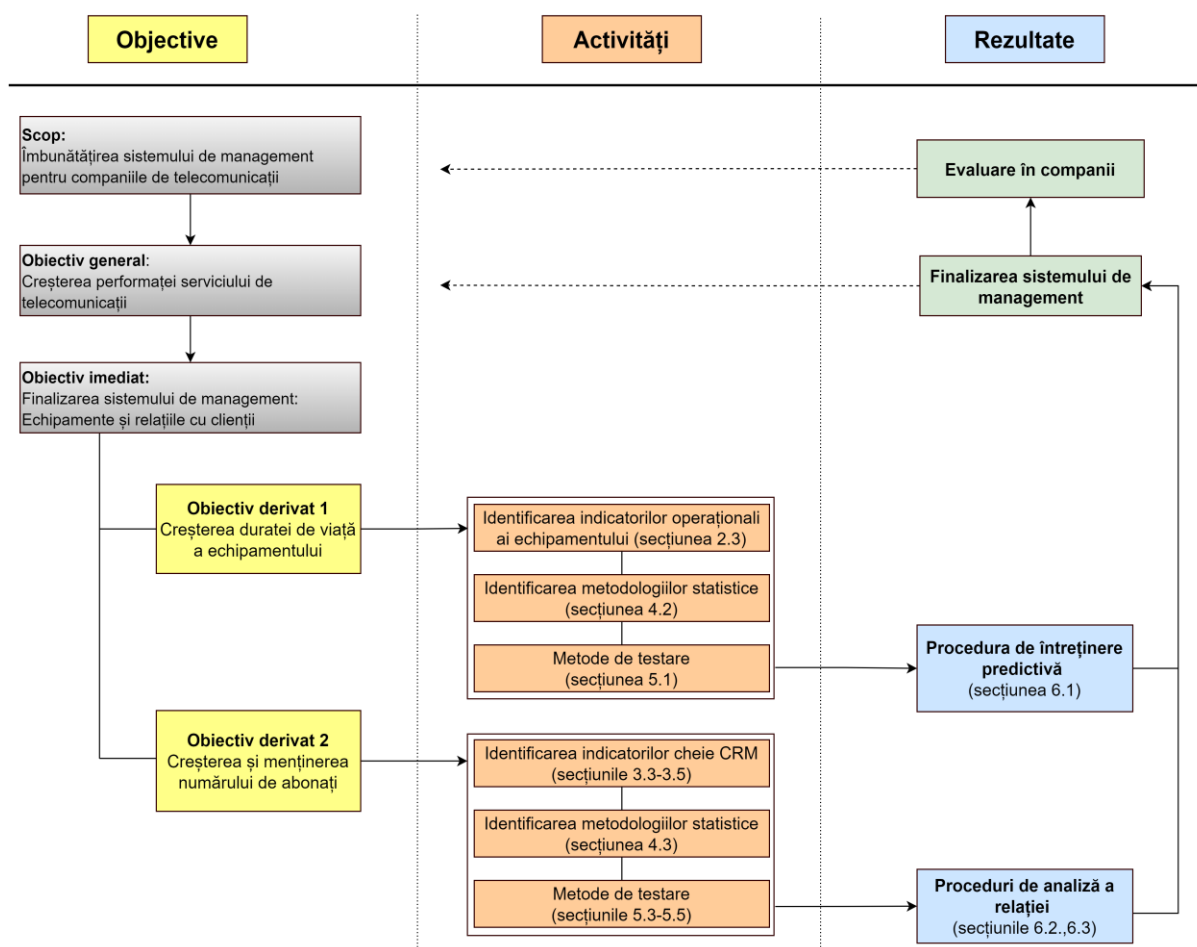


Figura 1: Etapele tezei

Teza este concepută pentru a include o introducere urmată de șapte capitole, iar principala contribuție a acestei analize este de a ajunge la proceduri pe care managerii să le aplice atunci când planifică îmbunătățirea performanței lor generale.

Capitolul 1

Sistem de telecomunicații

Rețeaua globală de comunicații a fost un subiect extrem de semnificativ al creativității în ultimii ani. Compania de telecomunicații este, de asemenea, un sistem care are echipamente și angajați care oferă servicii diferitelor tipuri de clienți. Pentru a avea mai multe avantaje de piață și pentru a maximiza beneficiile, managerii din industria telecomunicațiilor își propun să ofere o gamă largă de servicii la cel mai înalt standard în funcție de nevoile clienților. Prin urmare, este adecvat să ne concentrăm asupra aspectului rețelei, fiabilității echipamentelor, investigării parametrilor pentru o relație de succes între clienți și furnizori și să înțelegem problemele care pot apărea în sistemul de telecomunicații din diferite puncte de vedere.

Un sistem de telecomunicații este definit ca “Sistem global pentru comunicații mobile (GSM)”. Sistemul se concentrează pe două componente cheie, “Subsistemul stației de bază (BSS)” și “Subsistemul de rețea (NSS)”, ambele incluzând componente separate care se referă la infrastructura telecomunicațiilor.

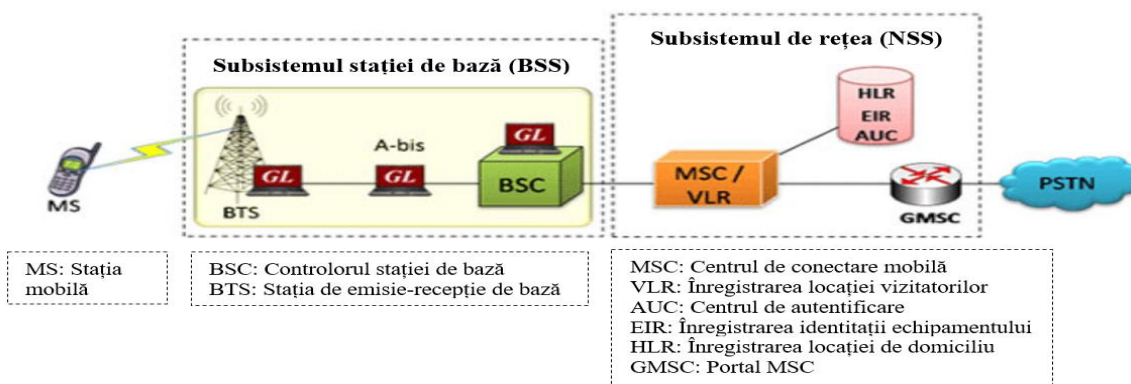


Figura 1.1: Sistemul de telecomunicații

Sursa: (MAPS, 2015)

Pentru a oferi servicii mai bune, fiabilitatea, menținerea și disponibilitatea echipamentelor reprezintă cei mai valoroși indicatori pentru evaluarea stării echipamentului, care ar permite conducerii să pregătească tipul de întreținere și calendarul care urmează să fie implementat în consecință.

Relațiile cu clienții devin prioritare în industria telecomunicațiilor pentru a obține avantaje în afaceri, pentru a spori performanța și pentru a urmări clienții. În această piață solidă și competitivă, păstrarea clienților se transformă în ținta de bază a furnizorilor de servicii de telecomunicații. Atragerea de noi clienți este privită ca fiind costisitoare în raport cu păstrarea unui client. “Implementarea cu succes a unui sistem de management al relației cu clienții poate juca un rol esențial în poziția strategică a unei organizații” (ALRashed, 2017). Relația cu clienții constă în diferiți factori care trebuie luați în considerare, precum Satisfacția clienților, Păstrarea clienților,

Loialitatea clienților și Atracția clienților. În plus, analiza selectării clienților reprezintă un element important în relația cu clienții, deoarece performanța furnizorilor de servicii și comportamentul clienților lor sunt măsurate prin rata de selectare.

Problemele apărute în sectorul telecomunicațiilor ar putea fi studiate atât din punct de vedere al “Experților” (angajați cu experiență în companiile de telecomunicații), cât și al “Clienților” și pot fi clasificate drept probleme tehnice care afectează oferta serviciului și probleme de serviciu care reflectă calitatea și problemele relațiilor cu clienții.

Probleme tehnice: Astfel de probleme apar în părțile echipamentelor sistemului de telecomunicații. Este nevoie de o mulțime de echipamente care funcționează corect împreună pentru a menține rețeaua în funcțiune. Aceasta înseamnă monitorizarea nu numai a echipamentelor de bază de telecomunicații, ci și a tuturor echipamentelor care o susțin și a condițiilor de mediu pe care toate echipamentele le necesită pentru a funcționa în mod corect. Expertii au clasificat lucrurile care ar trebui urmărite în categorii cum ar fi:

- *Echipamente de telecomunicații și transport*
- *Surse de alimentare*
- *Condiții de mediu*

Indicatorul cheie de performanță (KPI) al furnizorilor de servicii de telecomunicații ar putea fi rezumat ca:

- *Rata de închidere a apelurilor (DCR)*
- *Congestie*
- *Interferență*
- *Transfer*

Probleme de serviciu: Problemele care pot apărea în sistemul de telecomunicații pot fi, de asemenea, cele legate de serviciul furnizat, cum ar fi închiderea apelurilor, acoperirea sau disponibilitatea rețelei, viteza redusă a internetului, prețurile și ofertele, disponibilitatea centrului de apelare și opțiunile de roaming care sunt principalele probleme sau reclamațiile ridicate de clienții furnizorilor de servicii.

Prin urmare, în sectorul telecomunicațiilor, este esențial să ne concentrăm pe relația cu clienții și capabilitatea echipamentelor. Echipamentele par să joace un rol important în îmbunătățirea serviciului și astfel obținerea satisfacției clienților, precum și relațiile cu clienții pentru a înțelege comportamentul acestora. Am contribuit la acest capitol analizând structura și funcția rețelelor de telecomunicații, modul în care funcționează serviciul, rolul echipamentelor în acest proces și diversele probleme care ar putea apărea în acest sector atât din perspectiva clienților, cât și din cea a inginerilor. Mai mult, am prezentat indicatorii cheie în relația cu clienții dintre clienți și furnizorii de servicii. Acest lucru ne-a permis să stabilim obiectivul imediat al studiului și cum să realizăm obiectivul final.

Capitolul 2

Stadiul tehnologiei - echipamentele și întreținerea telecomunicațiilor

Rolul echipamentelor în rețelele de telecomunicații este de a furniza în mod eficient servicii de telecomunicații. Turnurile, comutatoarele și routerele de telecomunicații sunt câteva exemple de echipamente de telecomunicații. “Echipamentul de telecomunicații este orice hardware utilizat în scopuri de telecomunicații. Acesta include o gamă largă de tehnologii de comunicare” (Thomas, 2020). Turnurile, comutatoarele, routerele de telecomunicații, echipamentele de centralizare a sucursalelor private (PBX) și echipamentele Voice over Internet Protocol (VoIP) sunt câteva exemple de echipamente de telecomunicații. Echipamentul de telecomunicații reprezintă cea mai importantă parte pentru furnizorii de servicii, deoarece oferă serviciul clienților și, prin urmare, are o influență directă asupra relației cu clienții și a succesului afacerilor bazate pe servicii.

Echipamentele de telecomunicații au fost revizuite pentru consumul de energie și semnificația întreținerii pentru optimizarea performanței. Au fost aplicate mai multe abordări statistice pentru a măsura cea mai eficientă intervenție de întreținere care trebuie luată pentru a maximiza durata de viață a echipamentului. Aspecte precum “Producătorul de echipamente originale”, “Eficiența costurilor echipamentelor de telecomunicații”, “Eficiența stocului echipamentelor de telecomunicații” și “Întreținerea productivă totală” trebuie luate în considerare atunci când se vizează eficiența echipamentelor.

Un Producător de echipamente originale (OEM) este o corporație care produce componente și echipamente, dar este capabilă să le vândă sub brandul unei alte companii. “Pentru a reduce costurile și a obține un avantaj competitiv, producătorii de echipamente originale (OEM) din întreaga lume și-au continuat aprovizionarea agresivă din China” (Subramanian și alții, 2014). “Economii de costuri sunt cea mai des menționată motivație pentru aprovizionarea din China” (Kerkhoff și alții, 2017). (Thomas, 2020) a menționat că Huawei, Cisco Systems, Fujitsu, NEC Corporation, Nokia, Ericsson și Qualcomm sunt cele mai importante companii de echipamente de telecomunicații din întreaga lume.

Eficiența costurilor echipamentelor este determinată de multe variabile, cum ar fi utilizarea energiei electrice, costul răcirii, pornirea / oprirea stațiilor de bază, utilizarea sistemelor de energie hibridă, precum și integrarea noilor tehnologii. “Se observă că aproape 50% din consumul de energie se datorează funcționării rețelelor de telecomunicații” (Koutitas & Demestichas, 2010). “70% din turnurile mobile din India se confruntă cu întreruperi ale rețelei electrice care depășesc 8 ore pe zi” (Zhang și alții, 2010). Prin urmare, amplasamentul ar trebui să aibă un generator și / sau un banc de baterii pentru a susține turnul, care depinde de cantitatea de BTS pe care o deține. “În prezent, peste 80% din energia electrică în telecomunicațiile mobile este consumată în stațiile de bază” (Richter și alții, 2009). “Oprirea amplificatoarelor de putere este adesea mai convenabilă decât menținerea lor în gol” (Chatzipapas și alții, 2011). Cea mai apropiată distanță, precum și de

prima eficiență sunt două strategii care sunt folosite pentru a decide pornirea / oprirea BS. Altă strategie care poate fi utilizată în scopul reducerii costului de comutare este de oprirea BS care are sarcină nulă sau acele BS care au UE ce pot fi transferate la un alt BS. Stația de bază conține generator diesel, baterii, o rețea de energie curată, precum și turbine eoliene și panouri solare. "O reducere de 40 ~ 90% a consumului de combustibil de către generatorul diesel (DG) cu sistemul solar hibrid. 90% poate fi redus și la costul de funcționare și întreținere (OPEX) "(Oviroh și alții, 2018). Soluția optimă pentru alimentarea unei BS poate fi utilizarea energiei diferite pentru durate diferite." Majoritatea firmelor își adaptează strategiile în funcție de reducerea masivă a costurilor asociate cu serviciile cloud "(Khalil, 2019). "Este cunoscut faptul că costurile de păstrare a pieselor de schimb contribuie semnificativ la costurile generale de funcționare" (Eruguz și alții, 2018). Întreținerea productivă totală (TPM) este concepută pentru a crește performanța și fiabilitatea instalațiilor și este utilizată ca funcție centrală a sistemului de management al calității. Se urmărește creșterea eficienței prin menținerea unei întrețineri adecvate pentru a reduce pierderile, cum ar fi ruperea, disponibilitatea utilajelor, opriri ușoare care afectează fiabilitatea echipamentelor și scăderea nivelului de producție. "Întreținerea afectează în mod clar fiabilitatea componentelor și a sistemului" (Endrenyi și alții, 2001). Întreținerea productivă totală urmărește creșterea calității echipamentelor. "TPM urmărește zero defecte și zero accidente în timp ce angajează operatorii ca să fie implicați și devotați 100%" (Agustiady și Cudney, 2018). *Întreținerea defectiunilor, întreținerea periodică, întreținerea predictivă, întreținerea preventivă și întreținerea corectivă* sunt diferite tipuri de acțiuni de întreținere.

- *Întreținerea defectiunilor* reprezintă întreținerea a cărei reparații începe după defectarea completă a echipamentului
- *Întreținerea periodică* este o întreținere bazată pe timp, adică întreținerea se face conform programului predefinit și nu este legată de starea echipamentului.
- *Întreținerea predictivă* este o tehnică utilizată într-o întreprindere pentru a reduce cheltuielile de funcționare cu scopul de a oferi o bună calitate a operațiunii fără întreruperea serviciului.
- *Întreținerea preventivă* este utilizată pentru a evita sau întârzia erorile. În timpul fazei operaționale, întreținerea are loc și se efectuează la echipamentele critice.
- *Întreținerea corectivă* este un tip de întreținere a sistemului, care apare atunci când există o defecțiune a sistemului sau o problemă.

Fiecare dintre aceste tipuri de întreținere poate fi aplicat în situații diferite și în toate scopurile diferite, pe care le vizează pentru a spori fiabilitatea echipamentului.

Contribuția noastră în acest capitol a fost de a demonstra numeroasele forme de acțiuni de întreținere utilizate în literatura de specialitate, precum și rentabilitatea echipamentelor de telecomunicații. În cele din urmă, prin utilizarea întreținerii predictive, fiabilitatea echipamentului este percepută în principal ca fiind cel mai important factor care trebuie măsurat pentru a spori durata de viață a echipamentului. Acest lucru ar contribui la îmbunătățirea fiabilității echipamentelor, la îmbunătățirea calității serviciilor și obținerea satisfacției clienților.

Capitolul 3

Stadiul tehnologiei - Analiza relației cu clienții

Furnizorii de servicii de telecomunicații încearcă să-și sporească eficiența și să-și crească veniturile. Baza câștigurilor pentru astfel de companii provine de la clienții lor, clienții individuali, precum și clienții care fac parte din companie. Obținerea de avantaje comparative între organizații realizate în mod substanțial printr-un management eficient al experienței clienților și prin buna înțelegere a consumatorilor ar fi primul pas către atingerea acestui obiectiv. Satisfacția clienților este un factor crucial în creșterea furnizorilor de servicii de telecomunicații. Relațiile de muncă sănătoase contribuie la îmbunătățirea vânzărilor, precum și la oferirea de avantaje furnizorului de servicii într-un mediu competitiv. Scopul companiilor de telecomunicații este de a păstra abonații existenți în același timp cu creșterea simultană a veniturilor totale din linia lor de servicii. Contribuția mea la acest capitol a fost, așadar, de a examina principalii indicatori de interacțiune cu clienții (satisfacție, păstrare, loialitate, atracție și selectarea clienților) și de a ilustra influențele importante ale fiecărei variabile, precum și factorii care au un efect direct asupra creșterii rate de selectare. Acest lucru va fi util pentru management, deoarece ajută la identificarea indicatorilor cheie în analiza relației cu clienții, care ajută la înțelegerea comportamentului clienților și la construirea unor strategii valoroase. În plus, a fost adăugată o revizuire a metodologiilor statistice care au fost aplicate în cercetarea relației cu clienții.

- Satisfacția clienților este esențială pentru eficiența furnizorilor de servicii mobile. “Clienții mulțumiți cumpără din nou un produs, vorbesc favorabil cu alții despre acel produs, acordă mai puțină atenție mărcilor concurente și publicității” (Kotler & Armstrong, 2018). Atunci când evaluăm industria telecomunicațiilor în ansamblu, este esențial să observăm variabilele care au un impact semnificativ asupra nivelului de satisfacție pentru clienți. Clienții sunt de două tipuri, clienții individuali și clienții companiilor. Pentru clienții individuali, factorii care afectează semnificativ nivelul de satisfacție sunt de exemplu calitatea serviciilor, prețul, angajații, așteptările clienților, modul în care furnizorul de servicii reacționează la reclamațiile clienților și mulți alți factori care sunt legați de metodele de comunicare și plăți utilizat de furnizorul de servicii. “Există o relație pozitivă între calitatea serviciilor și satisfacția clienților” (Afthanorhan și alții, 2019). În ceea ce privește clienții care fac parte din companie, satisfacția va fi afectată de diferiți factori, care sunt verificați în mod normal din cauza tipului de client și a tipului de servicii de care au nevoie clienții din companie. Viteza internetului, accesibilitatea serviciilor, caracteristicile de securitate și serviciile cu valoare adăugată sunt câțiva factori semnificativi care sporesc nivelul de satisfacție pentru acest tip de clienți.
- Păstrarea clienților pentru companiile de servicii reprezintă un aspect integral al întreprinderilor lor. “Păstrarea clienților este o parte a managementului relației cu clienții” (Sulaimon și alții, 2016). Păstrarea clienților este în prezent un punct critic pentru furnizorii de servicii mobile în această piață competitivă și saturată. Furnizorii de servicii mobile analizează mai mult factorii care pot afecta în mod semnificativ decizia clienților și încearcă

să-i rețină lucrând la acești factori, cum ar fi: Portabilitatea rețelei mobile, Bariere pentru comutarea serviciilor oferite, Promovare, Imagine brand-ului, Prețul comparativ cu alți MSP și alți câțiva factori legați de variabilele demografice, satisfacția clienților, activ pe rețelele sociale și serviciul de chat live online.

- Loialitatea clienților este definită ca “un angajament de a continua să faceți o afacere sau un schimb cu o anumită companie în mod continuu” (Zineldin, 2006). Clienții fideli sunt greu de selectat și, prin urmare, furnizorul de servicii mobile va beneficia de acești clienți prin creșterea vânzărilor și a profitului. “Calitatea serviciilor a fost legată în mod pozitiv și semnificativ de loialitatea clienților” (Bhuiyan și alții, 2018). Oamenii de știință au introdus câțiva factori semnificativi pentru indicatorul cheie de loialitate a clienților, cum ar fi satisfacția clientului, calitatea serviciilor, imaginea brand-ului și valoarea clientului, fiabilitatea și asigurarea serviciilor, angajamentul și costul de schimbare și multe altele.
- Atragerea unui nou client în sectorul telecomunicațiilor a devenit cea mai dificilă parte cu care se poate confrunta o companie, în special în această piață saturată, precum și din punct de vedere al clienților maturi. “Atracția și valoarea relației sunt concepte foarte înrudite” (Ellegaard & Ritter, 2006). Planurile manageriale vor fi implementate cu succes, astfel încât clienții să fie atrași, iar unul dintre aceste planuri este să investească în tehnologie, să lucreze la îmbunătățirea imaginii brand-ului, să ofere prețuri accesibile pentru servicii, precum și să adauge oferte exclusive care vizează populația. Oamenii de știință au enumerat diferiți factori care i-ar putea afecta pe clienți și i-ar putea atrage către un anumit furnizor de servicii, cum ar fi tehnologia, branding-ul, prețul, ofertele și responsabilitatea socială.
- Selectarea clienților este un domeniu important de studiu pentru furnizorii de servicii de telefonie mobilă pentru a înțelege comportamentul clienților lor și a îmbunătăți relația cu aceștia. Selectarea clienților este situația unui client care renunță la o instituție, indiferent dacă intră sau nu într-una profitabilă. “Selectarea clienților are un impact uriaș asupra companiilor” (Mahajan și alții, 2017). “Scăderea ratei de selectare cu 5% crește profitul de la 25% la 85%” (Kotler, 1997). În literatură, factorii demografici și nedemografici au arătat un efect semnificativ asupra analizei selectării clienților, cum ar fi: vârsta, naționalitatea, sexul, anii de experiență, factura lunară, calitatea serviciilor, imaginea brand-ului, promovarea și echipa de servicii pentru clienți.

Prin urmare, contribuția acestui capitol a fost de a oferi conducerii o privire amănunțită asupra variabilelor majore care au un efect considerabil asupra fiecăruia dintre indicatorii cheie ai relației cu clienții.

Capitolul 4

Metodologia cercetării statistice

Sectorul telecomunicațiilor este unul dintre sectoarele care se bazează pe servicii în care atât echipamentele, cât și relația cu clienții reprezintă coloana vertebrală a organizației, iar succesul unei astfel de organizații are la bază succesul gestionării unei relații excelente cu clienții lor. “Statistica este o știință care ne ajută să luăm decizii și să tragem concluzii în prezența variabilității” (Montgomery & Runger, 2014). Există diferite tipuri de statistici care ar putea fi aplicate pe baza cazului de studiu.

În sectorul telecomunicațiilor, ne-am putea concentra pe fiabilitatea echipamentelor, mentenabilitatea și disponibilitatea pentru creșterea calității serviciilor oferite și, prin urmare, câștigarea satisfacției clienților. Mai mult, o altă aplicație în statistică este reprezentată de înțelegerea comportamentului clienților și definirea variabilelor semnificative care au un rol important în analiza relației cu clienții, acest lucru realizându-se prin instrumente și tehnici analitice și statistice puternice precum Analiza factorilor explicativi și confirmatori, Analiza de regresie și Analiza Varianței (ANOVA), Analiza de cluster, precum și Analiza de clasificare.

Ingineria afacerilor folosește de obicei statistici pentru a-și testa revendicările și a lua decizii semnificative. Contribuția noastră cheie este de a descrie abordările statistice utilizate pentru a îmbunătăți fiabilitatea echipamentului și relația dintre clienți și furnizorii de servicii. La începutul acestui capitol, am parcurs etapele statistice care sunt considerate elementele de bază pentru efectuarea oricărei analize statistice, cum ar fi colectarea datelor, vizualizarea datelor, analiza datelor și concluziile. În etapa de analiză a datelor, cele mai frecvent utilizate metodologii statistice în acest domeniu sunt următoarele:

- Funcția de fiabilitate este definită de următoarea expresie (Hafai și alții, 2016):

$$R(t) = 1 - F(t) \text{ for } t > 0$$

- Cea mai comună măsură de întreținere utilizată în rețelele de telecomunicații este “MTBF (Mean Time Between Failures), MTTR (Mean Time to Repair) sau MDT (Mean downtime)” (Durivage, 2015). Disponibilitatea este descrisă ca “O măsură a gradului în care un element sau sistem se află într-o stare operabilă și realizabilă la începutul unei misiuni atunci când misiunea este chemată pentru un timp necunoscut” (Ayers, 2012). Disponibilitatea inerentă este calculată ca

$$A_i = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

- Fiabilitatea datelor: oferă informații cu privire la cazul în care respondenții au consecvență în răspunsurile lor la întrebări. Utilizarea pachetelor statistice face ca utilizatorii să poată măsura cu ușurință valoarea alfa a lui Cronbach, deoarece când valoarea unui atribut dat este mai mare de 0.7, atunci se cunoaște că rezultatul este un indicator pozitiv al consistenței interne ca rezultat al unei bune asocieri așteptate. “Valorile alfa Cronbach de 0.7 sau mai mari indică o consistență internă acceptabilă” (Taber, 2018).

- Valabilitatea datelor: verifică dacă variabilele independente măsoară ceea ce ar trebui să măsoare. Acest lucru poate fi observat prin verificarea importanței coeficientului de asociere între variabile. Se pot utiliza diverse tipuri de coeficienți de corelație, cum ar fi coeficientul de corelație Pearson și Spearman. “Valorile tuturor coeficienților de corelație ar trebui să se încadreze în intervalul -1 și +1” (Schober și alții, 2018). Corelația semnificativă este atunci când valoarea p a rezultatului testului este mică, adică mai mică de 0.05 și, în acest caz, putem presupune validitatea datelor.
- Analiza componentelor principale (PCA): este o metodă de reducere a componentelor studiate prin definirea tipului de corelație între variabilele independente identificate. Mai mult, PCA poate observa diferența de direcție a variabilelor, adică evidențiază variabilele care au fost măsurate într-o ordine de scară diferită. PCA oferă un tabel care arată numărul de factori pe care îi pot reprezenta factorii de intrare. Odată ce cunoaștem numărul factorilor reduși, va trebui să observăm matricea componentelor rotite pentru a determina ce variabile se combină cel mai bine între ele; Acest lucru se poate realiza prin verificarea celei mai mari valori din ieșirea matricei de componente a fiecărui factor și apoi trebuie verificat cărei componente îi aparține.
- Analiza factorilor de confirmare (CFA): CFA ajută la determinarea factorilor luați în calcul ca fiind mai eficienți pentru fiecare dintre factorii latenți menționați pentru satisfacție și păstrare. “În CFA, cercetătorii pot specifica ce variabilă măsurată este legată de fiecare variabilă latentă” (CFA, 2020). Modelul CFA utilizează estimarea maximă a probabilității pentru care performanța sa trebuie verificată utilizând software-ul AMOS. La realizarea CFA, va exista o etapă în care se așteaptă ca abordarea de încercare și eroare să găsească amestecul corect de variabile care pot fi utilizate în analiză. Pentru a calcula eficiența CFA, se utilizează diferite modele statistice, iar modelele statistice tipice de utilizat sunt CMIN / DF, RMR, SRMR, CFI, RSMEA, GFI și NFI. AMOS, R, Stata sunt câteva exemple de programe statistice care pot realiza CFA.
- Analiza de regresie: Colecția de instrumente statistice care sunt utilizate pentru modelarea și explorarea relațiilor dintre variabilele care sunt legate într-o manieră nedeterministă se numește analiză de regresie. Analiza de regresie este utilizată în scopuri de predicție, “Regresia logistică este utilizată pentru a prezice o variabilă categorică dintr-un set de variabile predictive” (Core.ecu.edu, 2019). Analiza de regresie este, de asemenea, utilizată pentru a spori eficiența operațională a unei companii și evidențiază factorii semnificativi din fiecare zonă. Ecuația generală generată de analiza de regresie poate fi rezumată după cum urmează:

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n$$

Variabila dependentă în regresia logistică binară este $y = (\log(\frac{p}{1-p}))$ iar p este probabilitatea ca variabilele dependente să aibă o valoare egală cu 1. Rezultatul analizei de regresie include coeficientul valorii de determinare R^2 din care reprezintă procentul de variație în variabila dependentă care este explicată de independent.

- Analiza cluster: “Scopul principal al clusterizării este împărțirea setului de date în clase K” (Liu și Zhang, 2020). “Clusterizarea este procesul de partiționare sau grupare a unui set dat de tipare

în clustere disjuncte” (Alsabti și alții, 1997). Există multe tehnici de clusterizare care pot fi utilizate, iar algoritmul de clustering K-Means este unul dintre algoritmi de clusterizare destul de comuni. K-Means funcționează prin abordare centrală; La început, creează în mod aleatoriu centre pentru fiecare cluster, apoi calculează distanța de la fiecare punct către centre și generează grupurile; mediile fiecărui grup se vor calcula pentru a crea noi centre și același proces se repetă atâta timp cât centrul clusterelor nu se va schimba. Distanțele calculate în algoritmul de clustering ar putea fi Distanța Euclidiană, Distanța Manhattan, Distanța Chebyshev ... etc., acest lucru fiind legat de tipul de date și analiză.

- Analiza clasificării: În sectorul telecomunicațiilor, analiza clasificării poate fi utilizată în analiza selectării clienților. Diferite metodologii statistice pot fi folosite pentru analizarea selectării clienților, iar cele mai frecvent utilizate metodologii sunt Regresia logistică binară și algoritmul de clasificare a Arborelui decizional. Performanța rezultatului de clasificare poate fi verificată și comparată prin măsurile de precizie, sensibilitate și specificitate ale clasificării. “Operatorii de telefonie mobilă preferă modelele cu sensibilitate ridicată” (Hassouna și alții, 2015).

$$\text{Precizie} = \frac{TP+TN}{TP+FN+FP+TN},$$

$$\text{Sensibilitate} = \frac{TP}{TP+FN} \text{ și}$$

$$\text{Specificitate} = \frac{TN}{TN+FP}$$

- I. *Regresia logistică binară pentru clasificare*: Tabelul de semnificație a modelului, rezumatul modelului, tabelul de clasificare și variabilele tabelului coeficienților sunt utilizate în rezultatele procesului de regresie logistică binară. Tabelul de clasificare este alcătuit din două părți, atât fals pozitiv cât și fals negativ. Fals pozitiv înseamnă prezicerea apariției evenimentului, în timp ce în realitate nu va avea loc. În timp ce falsul negativ este cazul opus, adică nu se prevede apariția evenimentului în timp ce în realitate acesta are loc.
- II. *Model de clasificare a arborelui decizional*: un arbore de decizie (DT) este un sistem de clasificare bine definit și o colecție de noduri poziționate într-o structură ierarhică. Straturile de bază ale unui arbore de decizie sunt afișate în figura 4.1:



Figura 4.1: Structurile de bază ale arborelui de decizie

Există diferiți algoritmi care sunt utilizați pentru a construi un arbore de decizie; cel mai frecvent utilizat este J48. DT poate fi realizat cu ușurință utilizând programe statistice precum SPSS și WEKA.

Capitolul 5

Aplicații statistice realizate în sectorul telecomunicațiilor

Statistica joacă un rol important în acest domeniu, deoarece permite compilarea și citirea corectă a datelor, precum și interpretarea datelor făcând prognoze. Diverse implementări pot fi redată în acest domeniu, astfel încât managementul să își poată îndeplini obiectivul. Pentru echipamentele de telecomunicații, întreținerea productivă totală (TPM) este menită să sporească eficiența și fiabilitatea echipamentelor. Aceasta își propune să îmbunătățească producția angajându-se într-o întreținere adecvată pentru a minimaliza pierderile, cum ar fi defecțiunile, disponibilitatea echipamentelor, opriri minore care afectează fiabilitatea sistemului și scăderea calității performanței. O aplicație de întreținere predictivă pe unul dintre echipamentele de telecomunicații este studiată în prima secțiune a acestui capitol. În ceea ce privește analiza relației cu clienții, am realizat trei aplicații separate în industria telecomunicațiilor din Kuweit, prima aplicație vizând analiza selectării clienților pentru a prezice care grup de clienți sunt mai susceptibili să fie selectați, apoi a fost făcută o altă aplicație pentru a crea grupuri de clienți bazate pe nivelul lor de satisfacție și păstrare și cunoașterea factorilor care afectează în mod semnificativ fiecare grup și, în cele din urmă, am studiat a doua categorie de clienți din industria telecomunicațiilor, clienții companiilor, și am evaluat factorii lor semnificativi pentru a maximiza satisfacția acestora.

Ca și contribuție, am realizat patru aplicații, una care vizează starea echipamentului pentru a evalua metodologiile statistice pentru fiabilitatea echipamentelor și trei sondaje care vizează studiul relației cu clienții. Datele sunt colectate, sintetizate și evaluate pentru a demonstra furnizorilor de servicii de telecomunicații cum ar trebui efectuată o astfel de analiză și ce avantaje se pot obține din aceasta. În astfel de aplicații, putem demonstra că factorii semnificativi care diferă în funcție de comunitatea de clienți, prin urmare analiza de grupare și clasificare este esențială dacă se efectuează folosind tehnicile necesare, care ajută sistemul de management să își stabilească strategiile.

5.1. Aplicație și simulare de întreținere predictivă

La început, o aplicație pentru algoritmul de întreținere predictivă, care este o analiză importantă pentru a programa acțiuni de întreținere a echipamentelor pe baza următoarei defecțiuni preconizate și a fiabilității echipamentului. Utilizarea timpului mediu între eșecuri, precum și distribuția probabilității cu calculul funcției de fiabilitate au fost aplicate și testate pe echipamente de telecomunicații numite unități radio de la distanță, care sunt utilizate în principal pentru a conecta utilizatorul la rețea. A fost creat un set de date aleatorii, care include înregistrarea de suprasarcină de zi cu zi timp de 1 an, împreună cu starea echipamentului (de lucru sau de eroare). Aceasta înseamnă urmărirea zilnică a sarcinii echipamentului și apoi verificarea valorii prag a echipamentului definit de experți pentru a urmări valoarea de suprasarcină a echipamentului.

Inginerii din sectorul telecomunicațiilor au definit valoarea de avertizare de suprasarcină a echipamentului ca fiind 15 și valoarea pragului de suprasarcină a echipamentului la 25. Informațiile de urmărire a echipamentului pentru suprasarcina zilnică sunt prezentate în figura 5.1:

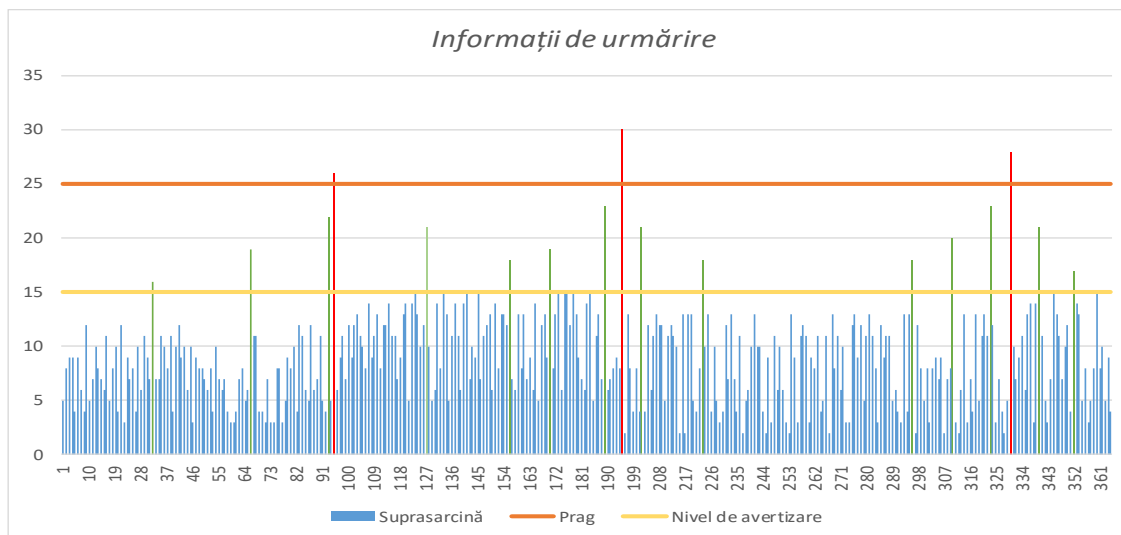


Figura 5.1: Informații de urmărire a echipamentului pentru supraîncărcarea zilnică a echipamentului

Acest grafic rezumă starea actuală și afișează baza valorilor de suprasarcină ale echipamentului, evidențiază defecțiunile cu roșu, alertele cu verde și starea obișnuită cu albastru. Putem observa că există trei defecțiuni în anul urmărit și că există mai multe valori de suprasarcină care depășesc intervalul de alertă (15-25), așa cum este definit în etapa de intrare. În această analiză, un “Mesaj de avertizare” oferă următoarele informații despre rezultatul algoritmului:

Tabelul 5.1: Mesaj de avertizare la rezultatul algoritmului

Date de avertizare	18-Dec-18
Valoarea de suprasarcină a echipamentului	17
Data ultimei avertizări	6-Dec-18
Numărul de avertizări de la ultima eroare	2

Acest lucru ar putea permite furnizorului de servicii să primească o alertă, astfel încât echipamentul să fie inspectat, precum și să verifice dacă echipamentul conectat este afectat. În plus, un “Mesaj de informații detaliate”, ca mesaj pop-up, reprezintă rezultatul algoritmului al cărui număr include Mean Time Between Failure (MTBF) pe baza înregistrărilor istorice de eșec, precum și data estimată pentru următoarea eroare împreună cu fiabilitatea echipamentului, care este procentul în care echipamentul va fi în siguranță până la următoarea eroare, așa cum se arată în tabelul 5.2.

Tabelul 5.2: Mesaj de informare detaliat la rezultatul algoritmului

MTBF	110.67 zile
Datele informației cerute	31-Dec-2018
Data estimată a următoarei erori	16-Mar-19
Numărul de zile rămase până la presupusa eroare	75 zile
Fiabilitatea echipamentului	86.9%

Acest mesaj va oferi managementului o idee despre planul lor de întreținere și, de asemenea, va ajuta la reducerea costurilor de întreținere, deoarece acțiunea de întreținere va fi aplicată atunci când este necesar. Studiul a arătat un rezultat interesant care oferă un mesaj de avertizare pentru furnizorul de servicii cu privire la următoarele eroare estimată, astfel încât planurile de întreținere să fie luate în consecință.

5.2. Analiza selectării clienților

Selectarea clienților este în prezent preocuparea furnizorilor de servicii pentru a-și îmbunătăți propriul statut economic și a-și îmbunătăți profiturile, deoarece se știe că atragerea de noi clienți costă mai mult decât păstrarea clienților actuali. În această aplicație, un eșantion de 136 de clienți de pe această piață au fost selectați folosind o tehnică de eșantionare ramificată pentru a completa sondajul statistic care este format din 17 factori. Studiul a urmat ciclul statistic care începe de la colectarea datelor, urmat de organizarea și vizualizarea acestora și se încheie cu o analiză adecvată. Analiza Regresiei Logistice Binare (BLR), precum și clasificarea Arborelui Decizional (DT), utilizând software-ul SPSS și WEKA, au fost selectate în scopul clasificării clienților pe baza factorilor și pentru a estima care grup de clienți este mai probabil să părăsească această companie. La realizarea BLR, modelul a prezentat un rezultat semnificativ cu R^2 fiind 0.495, ceea ce indică faptul că lista de variabile introduse în modelul nostru explică 49.5% din variația posibilității de selectare a clienților. Tabelul de clasificare arată că modelul nostru are 78.7% Precizie, 81.4% Sensibilitate și 75.8% Specificitate. Modelul BLR este rezumat cu următoarea ecuație:

$$y = 6.368 - 1.121 * Sex - 1.427 * Starea\ civilă - 1.946 * Arab\ Expatriat + 1.565 * Ooredoo + 1.343 * STC - 0.131 * Experiență - 0.038 * Calitatea\ serviciului - 0.021 * Imaginea\ Brand - ului$$

Utilizarea analizei regresiei logistice binare permite MSP să cunoască, în funcție de factorii semnificativi care afectează decizia de renunțare a clientului, grupul de clienți potențiali care vor decide să schimbe furnizorul de servicii. De asemenea, pentru orice client specific, valorile factorilor semnificativi ar putea fi introduse în ecuația de regresie generată și apoi procentul, pe care clientul ar putea să-l lase la furnizorul de servicii, va fi calculat cu alte informații bazate pe necesitatea obiectivului de management, așa cum este afișat în figura 5.2.

Valori de intrare			Rezultatele finale
Nationalitate:	Arab Expatriat		Există 85.73% șanse ca acest client să părăsească furnizorul de servicii pe care îl are în prezent. Acest client este un arab expatriat de sex masculin care este într-o relație, client al furnizorului de servicii Ooredoo, are 5 ani de experiență cu Ooredoo, un nivel scăzut de satisfacție față de imaginea brand-ului companiei și un nivel mediu de satisfacție pentru calitatea serviciului. Acest client va costa compania o medie de aproximativ 80\$ lunar; această valoare poate fi verificată prin istoricul datelor clientului și estimarea plății sale lunare medii în plus față de costul atragerii unui nou client.
Sex:	Masculin		
Starea civilă:	Într-o relație		
MSP:	Ooredoo		
Experiență:	4		
Calitatea serviciului:	80		
Imaginea Brand-ului	30		
Factura lunară:	\$80		

Figura 5.2: Exemplu de așteptare MSP pentru un anumit client sub anumite valori de intrare

În ceea ce privește analiza DT, algoritmul J48 a funcționat cel mai bine cu cea mai mică eroare medie absolută și procentaje mai mari pentru precizie și sensibilitate. Precizia algoritmului este de 91.18%, din care sensibilitatea este de 97.14% și specificitatea de 84.85%, aceste rezultate

depășindu-le pe cele ale modelului BLR și se datorează în principal faptului că majoritatea variabilelor noastre sunt categorice, iar clasificarea WEKA are o performanță mai bună pentru astfel de tipuri de variabile. Clasificarea WEKA oferă o vizualizare a arborelui decizional pentru datele noastre. Acest arbore rezumă factorii care au fost analizați de algoritmul de clasificare și afișează intervalele din care a fost redată pauza pe fiecare ramură. Tabelul 5.3 oferă un rezumat al clasificării Arborelui de decizie J48 pentru clienții care prezintă modificări ale algoritmului.

Tabelul 5.3: Grupuri de clienți care arată modificări în analiza Arborelui decizional

Grup	Calitatea serviciului	Promoție	Sex	Experiență	Starea civilă	Factura lunară	Echipa servicii clienți	Imagine Brand	MSP	Guvernare	Nivel Educațional
1	≤ 55	≤ 80									
2	> 55		Masculin	≤ 14	Într-o relație						
3	> 55		Masculin	≤ 14	Singur	≤ 23 KD	≤ 90				
4	> 55	≤ 75	Feminin					≤ 85	Zain	Extern Hawalli	
5	> 55		Feminin		Într-o relație			≤ 85	Ooredoo		
6	> 55		Feminin		Singur			≤ 85	Ooredoo		Master sau mai mult
7	>55 și ≤77		Feminin					≤ 85	STC		

Arborele decizional reflectă variabilele care afectează în mod semnificativ decizia clientului pentru a încuraja strategii de construire a managementului pentru fiecare grup de clienți.

5.3. Satisfacția și păstrarea clienților

Sectorul telecomunicațiilor se bazează în principal pe servicii pentru clienți; prin urmare, analiza satisfacției clienților, precum și păstrarea clienților vor fi printre cele mai importante obiective ale companiei. O aplicație a fost efectuată în al doilea trimestru al anului 2020 pe un eșantion de 465 de clienți selectați utilizând tehnicile de eșantionare ramificată și li s-au pus întrebări demografice, precum și 12 variabile care vizează indicatorul de satisfacție și 12 pentru indicatorul de păstrare. În această aplicație, am văzut cum pot fi verificate datele pentru fiabilitate și valabilitate, urmate de analiza componentelor principale (PCA) și analiza factorului confirmator (CFA), împreună cu tehnicile de selectare pentru a genera grupuri de clienți pe baza răspunsurilor lor pe un set de variabile. Metoda a arătat un rezultat interesant în generarea diferitelor grupuri de clienți în beneficiul conducerii în crearea de strategii diferite pentru a-și păstra și satisface diferitele grupuri de clienți.

În setul nostru de date, rezultatul alfa Cronbach a fost 0.878 pentru satisfacție și 0.857 pentru factorii de reținere, care este mai mare de 0.7, ceea ce duce la un rezultat bun al consistenței interne la nivel înalt și, prin urmare, a fost confirmată fiabilitatea datelor. În ceea ce privește validitatea, coeficientul Spearman este utilizat pentru a verifica corelația semnificativă dintre factorii de satisfacție, precum și pentru factorii de păstrare. Prin realizarea PCA, ne dăm seama că factorii de satisfacție pot fi formați din trei componente, dintre care una include un factor; și doar două componente pentru factorii de păstrare.

Componentele, împreună cu factorii care descriu fiecare dintre acestea (total de 24 de variabile) au fost introduse la primul pas al CFA, utilizând software-ul AMOS și folosind tehnicile de încercare și erori am ajuns la cea mai bună combinație de variabile care ar trebui inclusă în analiza noastră. În consecință, un total de 2 variabile au fost excluse din analiză datorită efectului lor slab asupra modelului nostru.

Acest pas a fost urmat de metodologia de grupare K-means, utilizând distanța euclidiană, astfel încât să poată fi generate grupuri de clienți din factorii de satisfacție, în mod similar din variabilele de păstrare. Aceste grupuri atunci când se încrucișează între ele și cu ajutorul ANOVA generează matricea 2x2 (Figura 5.3) care reprezintă următoarele grupuri de clienți:

- Grupul 1: Clienți cu satisfacție scăzută și păstrare redusă.
- Grupul 2: Clienți cu satisfacție redusă și păstrare ridicată.
- Grupul 3: Clienți cu o satisfacție ridicată și păstrare redusă.
- Grupa 4: Clienți cu o satisfacție ridicată și păstrare ridicată.

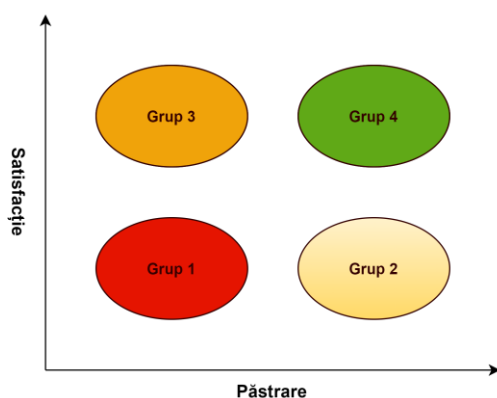


Figura 5.3: Matricea CS-CR

Ajutorul regresiei logistice binare va fi o tehnică potrivită care poate fi utilizată pentru a determina efectul semnificativ al fiecărei variabile în fiecare dintre cele patru clustere definite. Acest rezultat poate fi rezumat prin:

Clienții din Grupul 1 vor fi afectați de mulți factori de satisfacție și păstrare, dar cei care au cel mai mare efect sunt “Răspunsul la reclamațiile clienților”, urmat de “Prețul serviciilor de Internet” pentru satisfacție; iar pentru Păstrare, clienții sunt extrem de afectați de “Prețul comparativ cu alți furnizori de servicii”, urmat de “Imaginea brand-ului”. Grupul doi conține grupul de clienți cu un nivel ridicat de păstrare, prin urmare accentul pe acest grup va fi pe factori care cresc nivelul de satisfacție pentru clienți, cum ar fi “Calitatea serviciilor de Internet” și “Calitatea în comparație cu prețul pentru serviciile de Internet”. Pentru grupul 3, clienți foarte mulțumiți, obiectivul principal va fi pentru factorii care îmbunătățesc nivelul de păstrare a clienților, printre factorii semnificativi, cel care are cel mai mare impact asupra acestui grup va fi “Oferirea combinației de servicii într-un singur pachet” urmat de “Primirea unui mesaj de evaluare a serviciului după contactarea angajatului de la serviciul de asistență pentru clienți”, aceștia trebuie să se simtă mai implicați în evaluarea serviciului pe care îl primesc.

5.4. Satisfacția clienților companiei

Nivelul de satisfacție al companiei este un factor important pentru furnizorii de servicii mobile. În această aplicație, a fost făcut un studiu pentru a analiza factorii semnificativi care joacă un rol important pe piața telecomunicațiilor pentru satisfacția clienților companiei, menționând că studiul a fost realizat la jumătatea anului 2020. A fost generat un sondaj cu 18 variabile și a fost selectat un eșantion din 45 de companii cu patru tipuri diferite și dimensiuni diferite (pe baza numărului total de angajați). Acest tip de analiză are unicitatea sa în analiza clienților din domeniul telecomunicațiilor în ceea ce privește tipul de companie.

Companiile de dimensiuni diferite au un nivel de satisfacție diferit, acest lucru este examinat de ANOVA, iar Tabelul 5.4 arată semnificativul acestei diferențe.

Tabelul 5.4: ANOVA (Satisfacție generală vs. mărimea companiilor)

	suma pătratelor	df	rădăcină pătrată	F	Sig.
între grupuri	4.044	2	2.022	3.318	0.046
în cadrul grupurilor	25.6	42	0.61		
Total	29.644	44			

Factorii noștri independenți arată o corelație semnificativă cu factorul dependent, cu excepția factorilor “Forță calificată de muncă din punct de vedere tehnic”, “Aplicații online” și “Flexibilitate la plată”, cu nivelul general de satisfacție al companiei, notând faptul că “Trăsăturile de securitate” au o corelare puternică, urmată de Calitatea serviciilor VoIP, servicii cu valoare adăugată, reputația MSP, internet de mare viteză și tehnologie și inovație.

Rezultatul analizei de regresie liniară multiplă a arătat că “Trăsăturile de securitate (ST)”, “Promovarea (P)”, “Calitatea serviciilor VoIP” și “Internetul de mare viteză (HIS)” sunt la un nivel de semnificație de 5%, în timp ce “Serviciile cu valoare adăugată (VAS)” și “Imagine brand-ului (BI)” sunt semnificative la 6.4%, respectiv 8.1%. Folosind rezultatul Coeficientului, putem genera următoarea ecuație:

Nivelul general de satisfacție al companiei

$$= 0.099 + 0.432 * ST + 0.11 * P + 0.18 * VoIP + 0.128 * HIS + 0.124 * VAS + 0.071 * BI$$

Ca urmare a acestui fapt, companiile nu se comportă ca clienți individuali, deoarece prioritatea lor cea mai mare se axează pe trăsăturile de securitate și serviciile care le ușurează munca, cum ar fi VoIP. În plus, factorul de promovare trebuia, în mod logic, să fie semnificativ, deoarece companiile urmăresc creșterea veniturilor și reducerea costurilor.

Capitolul 6

Proceduri pentru managementul telecomunicațiilor

În sectorul telecomunicațiilor, managementul urmărește să îmbunătățească profitabilitatea întreprinderilor prin creșterea producției și reducerea costurilor. Statistica joacă un rol important în acest domeniu, deoarece permite obținerea de avantaje pentru alți concurenți atunci când este aplicată corect. Statistica și managementul sunt strâns legate între ele, planurile adecvate și valoroase sunt susținute de analize statistice. În scopul completării sistemului de management, contribuția noastră în acest capitol a fost de a crea diferite proceduri utilizând metodologii statistice adecvate, aceste proceduri fiind legate de scopul principal al tezei și având legătură directă cu obiectivele imediate. Au fost create patru proceduri pentru management, astfel încât atunci când este vizată o astfel de analiză, procedura va fi utilizată. Fiecare procedură are propriul său obiectiv, iar unele proceduri sunt conectate într-un mod în care sunt aplicate anumite analize, și astfel este necesară o condiție prealabilă a procedurii. Aceste proceduri sunt realizate în două scopuri principale, măresc durata de viață a echipamentului lucrând la un plan predictiv de întreținere și crește și menține numărul de abonați pentru furnizorul de servicii, care se realizează printr-o analiză adecvată pentru indicatorii relației cu clienții.

La început, a fost făcută o procedură de întreținere predictivă pentru a evita orice defecțiune din cauza problemelor de întreținere, precum și pentru a urmări și monitoriza starea echipamentului, astfel încât numărul de defecțiuni neașteptate să poată fi redus. În această procedură, s-au folosit diferite principii, cum ar fi simularea datelor, curățarea datelor, seriile de timp și analiza de regresie, MTTR, MTBF, durata de viață utilă rămasă și cea mai bună distribuție de probabilitate care trebuie utilizată.

În al doilea rând, procedura de analiză a indicatorului unic al relației cu clienții, cum ar fi “Satisfacția”, Analiza de regresie este principala metodologie statistică utilizată în această procedură.

În al treilea rând, construind o procedură care să încrucișeze satisfacția și păstrarea, această procedură necesită rezultatul procedurii anterioare, astfel încât factorii semnificativi rezultați să fie incluși. În această procedură sunt utilizate metodologii statistice și ANOVA de clusterizare.

În cele din urmă, ultima procedură este legată de analiza de selectare a clienților. Clasificarea utilizând arborele decizional și analiza de regresie sunt utilizate într-o astfel de analiză cu unele verificări de bază, cum ar fi fiabilitatea și validitatea datelor, împreună cu analiza componentelor de principiu și analiza factorilor de confirmare. Această contribuție este considerată un beneficiu suplimentar major pentru managementul telecomunicațiilor, deoarece permite sistemului propriu să-și sporească eficiența generală și să includă soluții eficiente pentru acțiuni de întreținere sau pentru înțelegerea comportamentului clientului.

Iată lista acestor proceduri împreună cu principalele lor obiective:

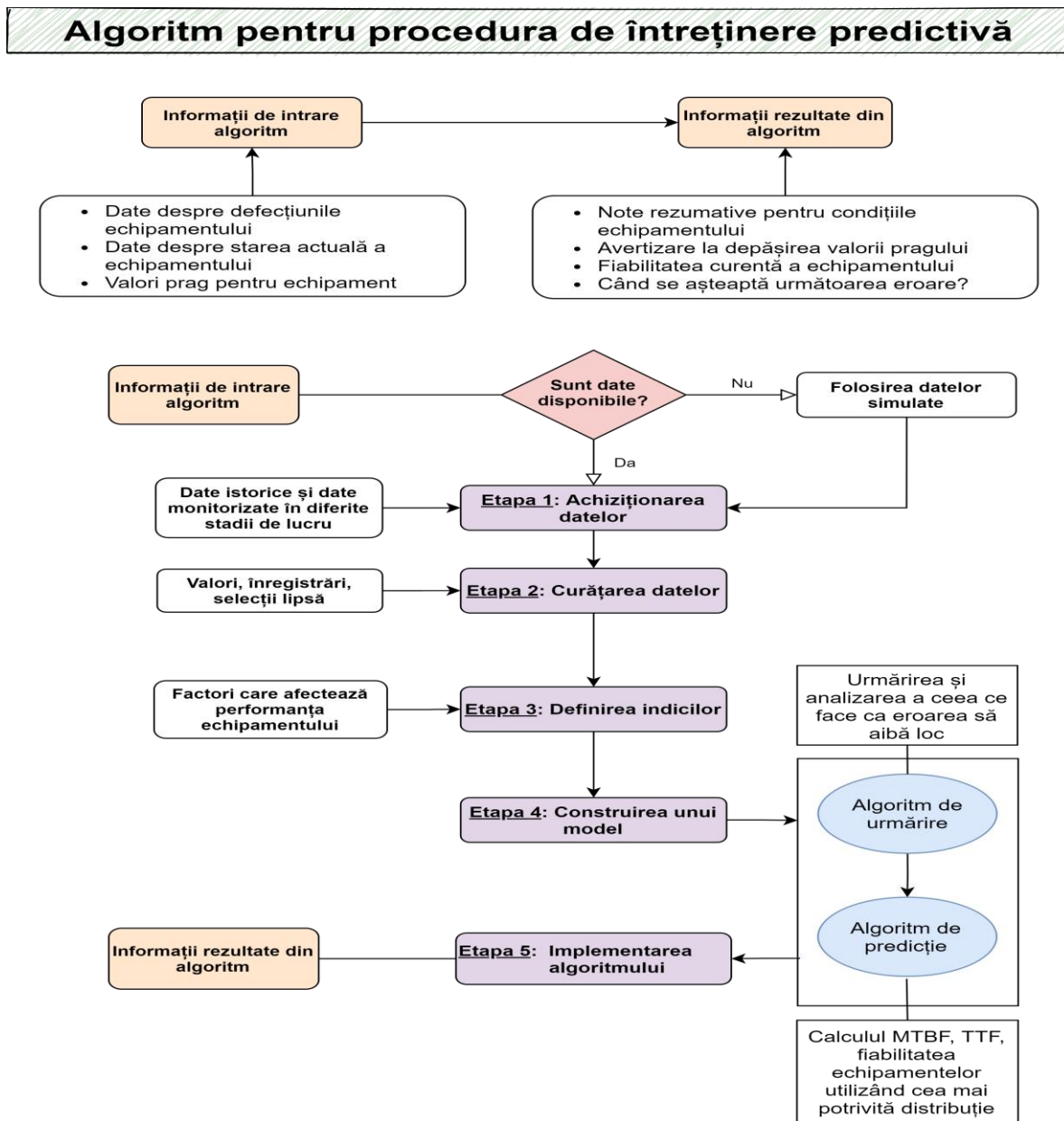


Figura 6.1: Algoritm pentru procedura de întreținere predictivă

Algoritmul este format din cinci etape majore: Achiziția de date, Curățarea datelor, Definirea indicilor, Modelele de construcție și Implementarea algoritmului. Procedura vizează evaluarea stării echipamentului, precum și programarea acțiunilor de întreținere înainte de defectarea echipamentului, ceea ce va duce la defectarea serviciului. Prin urmare, obiectivul principal al aplicației de întreținere predictivă pentru management este urmărirea și monitorizarea stării echipamentului pentru a păstra standardul pentru serviciul furnizat, Reducerea numărului de defecțiuni neașteptate pentru echipament, Reducerea costurilor de reparație a echipamentului, Creșterea timpului mediu dintre defecțiunile echipamentului, precum și reducerea cantității de depozitare a pieselor de schimb.

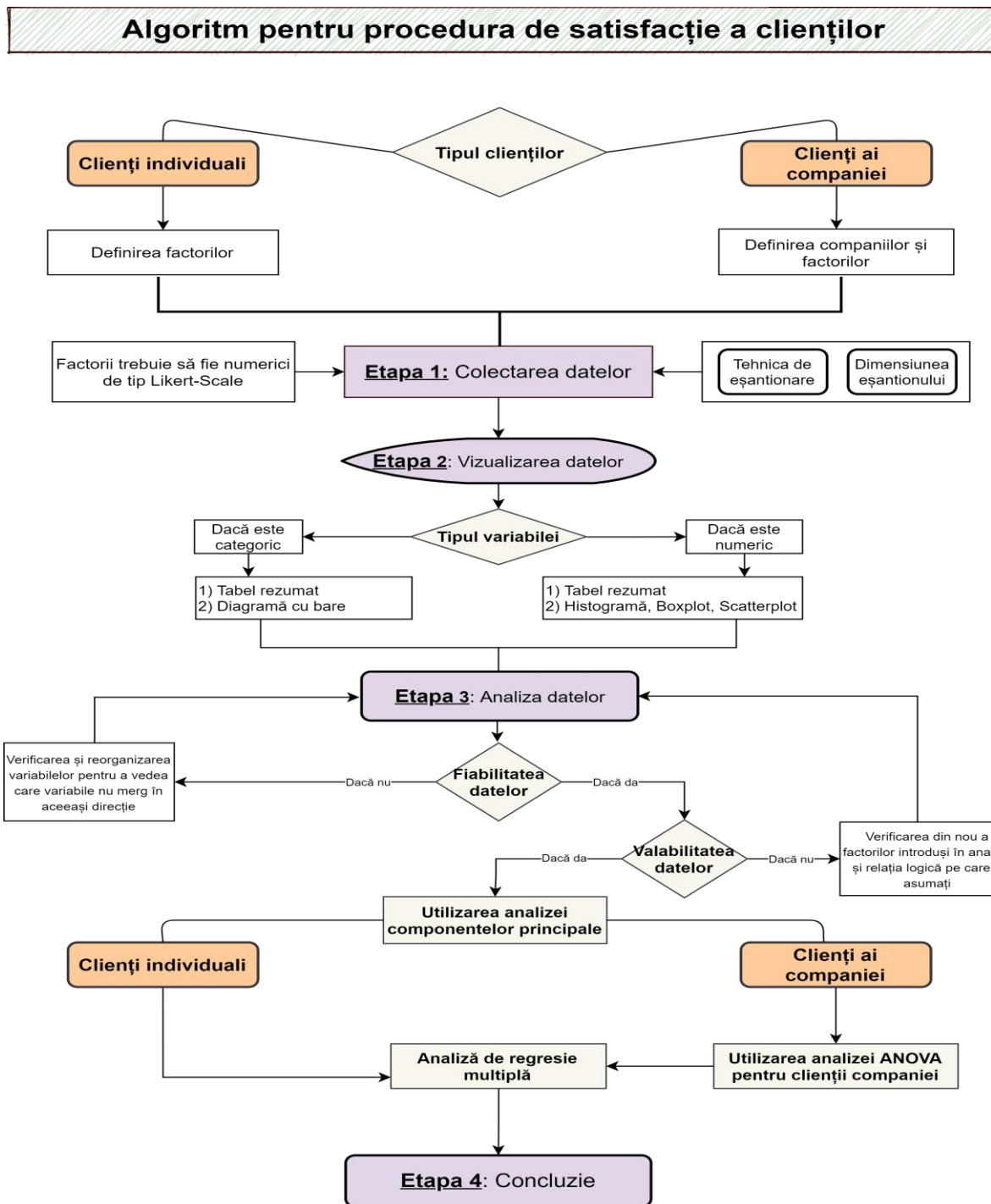


Figura 6.2: Algoritm pentru procedura de satisfacție a clienților

Managementul trebuie să analizeze nivelul de satisfacție al clienților lor pentru a afla mai multe despre sentimentul clienților față de serviciu, pentru a descoperi factorii semnificativi care afectează nivelul de satisfacție al clienților lor, pentru a îmbunătăți serviciile prin direcționarea factorilor semnificativi, precum și pentru a îmbunătăți imaginea companiei și comunicarea verbală pe care o împărtășesc clienții.

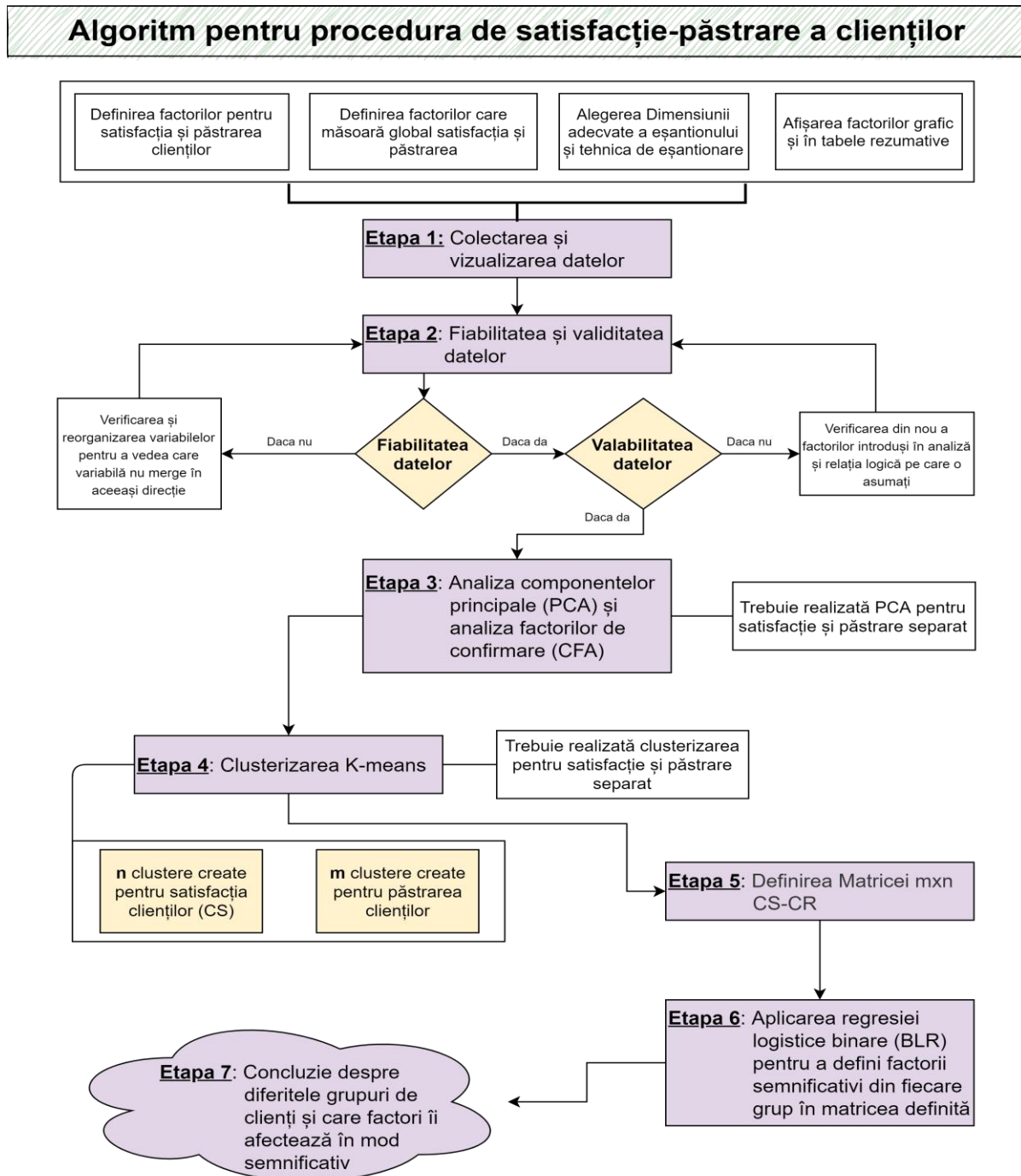


Figura 6.3: Algoritm pentru procedura de satisfacție-păstrare a clienților

Există multe obiective care pot fi enumerate pentru această procedură, cum ar fi Clasificarea clienților în grupuri și apoi crearea unei strategii valoroase pentru fiecare grup, Îmbunătățirea relației dintre clienți și furnizorul de servicii, Reducerea costului global, deoarece este cunoscut faptul că de obicei costul păstrării unui client este mai mic decât costul atragerii unui nou client și că un client satisfăcut și păstrat va deveni marketingul furnizorului de servicii, pe lângă explorarea brand-ului furnizorului de servicii.

Algoritm pentru procedura de selectare a clienților

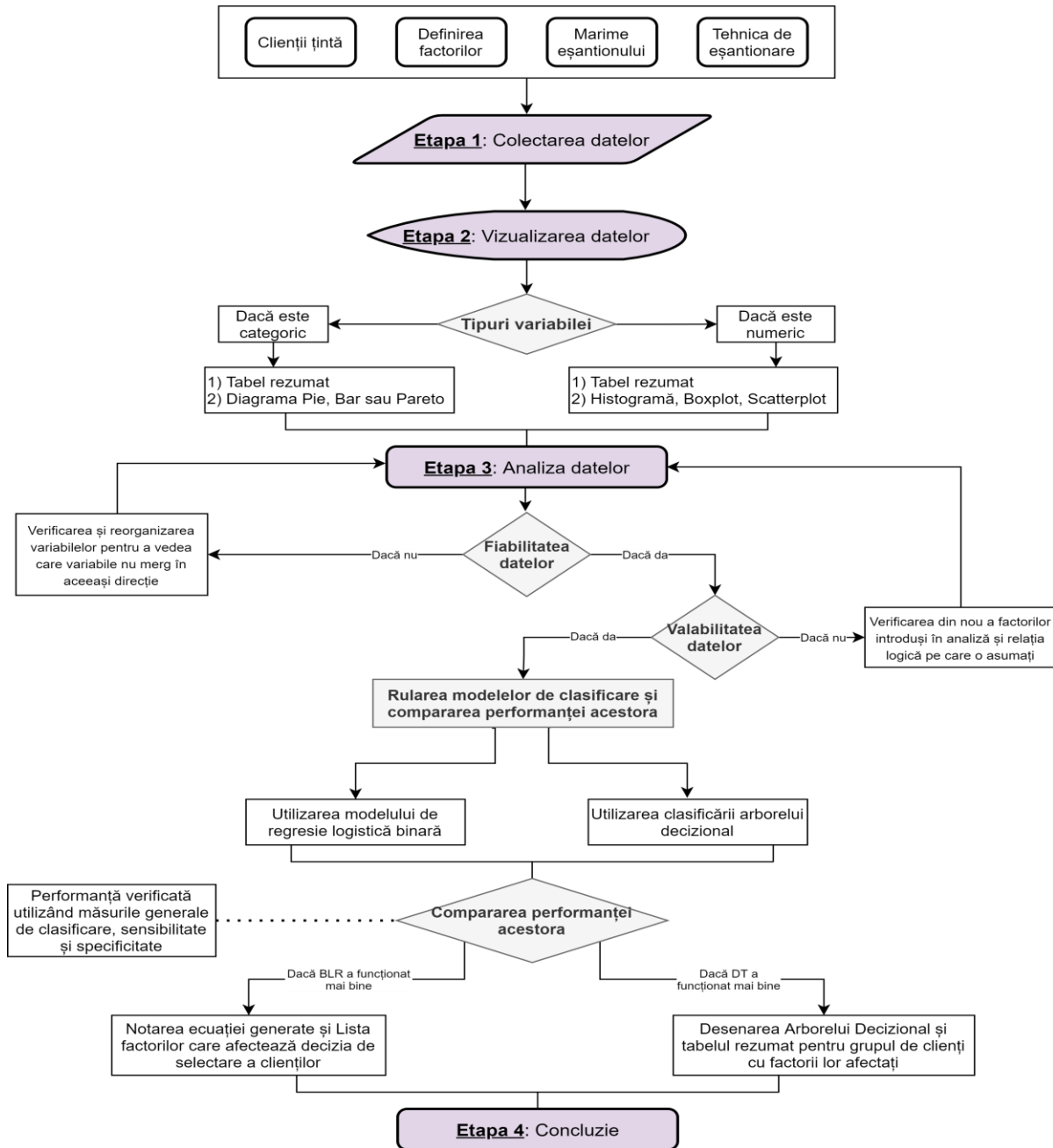


Figura 6.4: Algoritm pentru procedura de selectare a clienților

Principalele obiective ale managementului pentru analiza selectării clienților este de a prezice clienții care sunt susceptibili să fie selectați, să evidențieze factorii semnificativi care au un rol important în decizia clienților de a fi selectați pentru fiecare dintre grupurile generate și de a reduce rata de selectare prin recunoașterea motivelor de selectare și încercarea de a rezolva aceste preocupări.

Capitolul 7

Concluziile tezei

Scopul tezei este de a spori performanța serviciilor de telecomunicații prin intermediul analizei statistice. În sectorul telecomunicațiilor, echipamentele de telecomunicații și consumatorii sunt cele două componente cheie care joacă un rol important în performanța generală. Echipamentele din industria telecomunicațiilor reprezintă un aspect vital al furnizării de servicii mai bune și, prin urmare, cercetarea fiabilității echipamentelor ar contribui la creșterea duratei de viață și a calității consumatorilor. În ceea ce privește consumatorii, care reprezintă coloana vertebrală a companiilor bazate pe servicii, cum ar fi telecomunicațiile, căutarea de relații pe termen lung este unul dintre motivele esențiale pentru îmbunătățirea vânzărilor companiei și astfel influențează performanța serviciului de telecomunicații. Prin urmare, ne-am dezvoltat teza pe baza a șapte capitole care ajută la completarea sistemului de management și la creșterea performanței serviciului de telecomunicații.

În capitolul 1, am introdus sistemul de telecomunicații și am definit cele două obiective imediate pentru a spori performanța serviciilor de telecomunicații, care sunt “Creșterea duratei de viață a echipamentului” și “Creșterea și menținerea numărului de abonați”. Capitolele 2 și 3 au vizat identificarea indicatorilor cheie ai echipamentelor de telecomunicații și ai relației cu clienții, acest lucru fiind realizat prin revizuirea literaturii pentru echipamentele de telecomunicații, concentrându-se asupra diferitelor acțiuni de întreținere care pot fi aplicate, precum și pentru indicatorii cheie ai relației cu clienții și enumerând factorii semnificativi ai fiecărui indicator. În capitolul 4, metodologiile de cercetare statistică au fost enumerate în scopul analizei întreținerii echipamentelor, precum și pentru analiza relației cu clienții. Capitolul 5 a prezentat diverse aplicații statistice în sectorul telecomunicațiilor. Acest capitol a fost destinat să valideze abordările prezentate în capitolul anterior pentru a pregăti un set de proceduri de management diferite care vor ajuta la finalizarea sistemului lor de management. În capitolul 6, au fost stabilite patru proceduri de gestionare în vederea creșterii duratei de viață a echipamentelor și a îmbunătățirii relației dintre furnizorul de servicii și clienții săi. Aceste proceduri oferă o metodologie cuprinzătoare pentru gestionare care trebuie utilizată pentru a stabili tehnici care să le îmbunătățească performanța.

Limitarea cercetării

Această cercetare a avut loc din ianuarie 2018 până în ianuarie 2021 și este limitată doar la trei ani pentru a efectua cercetarea pentru îmbunătățirea performanței serviciilor de telecomunicații utilizând analize statistice. Studiul arată cum performanța poate fi îmbunătățită, doar din două perspective, echipamentul de telecomunicații și relația cu clienții. În ciuda pandemiei Covid-19 și a diferitelor dificultăți de care ne-am lovit în timp ce ne confruntăm cu constrângeri de securitate,

am reușit să primim strategii bune care pot fi puse în aplicare de către management pentru a spori eficiența companiei lor.

În această teză, analiza pentru echipamentele de telecomunicații a studiat numai fiabilitatea, disponibilitatea și întreținerea echipamentelor. Datorită restricțiilor de securitate și a limitelor de timp, aplicația utilizată pentru procedura de întreținere predictivă a fost extinsă la unul dintre echipamentele pentru care celelalte componente ale infrastructurii de comunicații pot fi evaluate utilizând aceeași procedură. În ceea ce privește relația cu clienții, cercetarea a analizat doar cinci indicatori cheie, satisfacția, păstrarea, loialitatea, atracția și selectarea clienților. Astfel de indicatori sunt esențiali, dar pot fi adăugați și alți indicatori analizei, cum ar fi percepțiile consumatorului și efectul angajaților asupra serviciilor de telecomunicații. În plus, din cauza constrângerilor de timp, aplicațiile făcute în analiza noastră au fost finalizate în regiunea Kuwait și pentru o dimensiune mică a eșantionului, ceea ce a făcut ca ținta aplicației să demonstreze modul în care analiza poate fi efectuată și să nu ajungă la un rezumat pe care managementul să îl poată adopta direct în strategiile proprii.

Originalitatea muncii

Au fost aduse mai multe contribuții la acest raport. Am început cu o revizuire a literaturii pentru a combina toate cercetările relevante care au fost făcute anterior pentru a rezuma toate contribuțiile care ne-au determinat să recunoaștem adăugările necesare care trebuie făcute literaturii. Atenția noastră a fost acordată faptului că stilurile de întreținere, măsurile cheie ale relațiilor cu clienții și variabilele semnificative ale acestora, precum și diferitele forme de strategii statistice, nu au fost explorate pe larg și, prin urmare, am convenit să ne concentrăm asupra acestor lucruri și a fost apreciat ca fiind mai valoros pentru manageri să înceapă în mod corespunzător pentru a-și spori eficiența serviciilor și rezultatele generale.

În plus, s-au realizat metode cantitative prin colectarea și evaluarea datelor folosind diferite instrumente statistice pentru a testa metodologiile utilizate pentru analizarea datelor. Aceste aplicații au făcut posibil ca managementul să observe procesul de cercetare și să ilustreze considerații importante în implementarea strategiilor. Mai mult, adăugarea cheie a studiului o reprezintă algoritmi dezvoltați pentru ca managerii să-și completeze sistemul de management și să îmbunătățească eficiența serviciilor de telecomunicații.

Cercetare viitoare

Există, de asemenea, puncte care pot fi analizate în continuare în viitor, care pot fi o continuare și o contribuție suplimentară la teza noastră. Dacă luăm în considerare echipamentele de telecomunicații, aplicarea procedurii de întreținere predictivă poate fi extinsă la alte echipamente. Mai mult, prețurile și garanțiile pentru echipamentele de telecomunicații pot fi evaluate pentru a minimaliza cheltuielile de funcționare ale serviciului. Pentru Managementul relației cu clienții, urmăriți din nou analiza pentru dimensiuni mai mari ale eșantionului și extindeți analiza în diferite țări, astfel încât analiza noastră să poată fi extinsă pentru a include zona MENA ca exemplu. În schimb, performanța personalului și abilitățile sunt alte variabile esențiale care au potențialul de a spori în mod dramatic eficiența companiilor de telecomunicații.

Rezumatul Articolelor Publicate

1. Conferințe cotate ISI

Abiad, M., Kadry, S. and Ionescu, S., (2019, November) - Statistical Analysis of Customer Relationship Management in Telecommunication Sector. Proceeding of the 9th ICMIE 2019, Vol Management Perspective in the Digital Transformation, Ed. Niculescu 2019, ISSN 2344-0937 page 802-813, UPB 14-16 Nov, 2019.

Abiad, M., Kadry, S. and Ionescu, S., (2019, November) - Statistical Methodologies Used in Business Engineering Research. Proceeding of the 9th ICMIE 2019, Vol Management Perspective in the Digital Transformation, Ed. Niculescu 2019, ISSN 2344-0937 page 223-235, UPB 14-16 Nov, 2019.

2. Articole cotate în baza de date

Abiad, M., Ionescu, S., (2021) – Reengineering of Telecommunication Companies. FAIMA Business & Management Journal, nr. 1/2021. ISSN 2344-4088, page 58-69.

Abiad, M., Ionescu, S., (2020) – Building an Algorithm for Predictive Maintenance. Scientific Bulletin UPB series D, nr. 4/2020. ISSN 1454-2358, page 337-348

Abiad, M., Ionescu, S., (2020) – Customer Churn Analysis Using Binary Logistic Regression Model. BAU Journal – Science and Technology. Beirut Arab University, Vol.1, Issue 2. ISSN: 2706-784X, Article 7.

Abiad, M., Kadry, S., Ionescu, S. and Niculescu, A., (2019) - Customers' Perception of Telecommunication Services. FAIMA Business & Management Journal, nr. 2/2019. ISSN 2344-4088, page 51-62.

3. Conferințe Internaționale

Abiad, M. and Ionescu, S., (2019, October). A Proposed Algorithm for Predictive Maintenance Using Statistics. Proceeding of the 11th International Statistics Congress. ISBN: 978-605-031-529-5, Page 39, Bodrum, Turkey 4-8 Oct, 2019.

Abiad, M. and Ionescu, S., (2019, October). Application of Statistical Methodologies for Customer Churn: A case study of Kuwait Telecommunication Sector. Proceeding of the 11th International Statistics Congress. ISBN: 978-605-031-529-5, Page 38, Bodrum, Turkey 4-8 Oct, 2019.

Abiad, M., Kadry, S. and Ionescu, S., (2018, September). Preventive & Predictive Maintenance of Telecommunication Equipment-A Review. Proceeding of the 4th International Conference on Applied and Theoretical Computing and Communication Technology. IEEE, E-ISBN:978-1-5386-7706-3. Page 154-159, Mangalore, India 4-8 Sep, 2018. doi: 10.1109/iCATccT44854.2018.9001972.

Abiad, M., Kadry, S. and Ionescu, S., (2018, September). Cost efficiency of Telecommunication Equipment-A Review. Proceeding of the 4th International Conference on Applied and Theoretical Computing and Communication Technology. IEEE, E-ISBN:978-1-5386-7706-3. Page 275-280, Mangalore, India 4-8 Sep, 2018. doi: 10.1109/iCATccT44854.2018.9001962.

Scrisoare de interes de la compania de telecomunicații



<http://www.alfa.com.lb/>

20/01/2021

Letter of Appreciation

To whom it may Concern,

This is Engineer Ibrahim Marji, Operations Manager at Alfa Telecom – Lebanon. I'm happy to provide an appreciation letter to Mr. Mohammad Abiad for sharing his PhD result with us and allowing us to try his suggest workflows.

We have assessed Mr. Abiad's research and review and I would like to express my appreciation formally and genuinely for the amazing work that has been accomplished. The study methodology, which began with the explanation of the telecommunication system, the state of the art for Equipment and Customer Relationship, the statistical techniques that can be used, the applications made and the four procedures for managers, especially when preparing their strategy, adds tremendous value to the industry.

Mr. Abiad has successfully explained and evaluated the key components of the telecommunications sector that increase the overall efficiency of the industry, using the necessary statistical techniques. Starting with the predictive maintenance of telecom equipment that improves services, accompanied by Customer Relationship analysis that has a direct influence on the company's overall revenue rise. The workflow for the predictive maintenance of facilities, Customer Satisfaction, The Satisfaction-Retention and Customer Turnover Analysis of customers helps managers to follow a consistent approach and highlight critical stages that need to be introduced when such an analysis is carried out.

We also expect you to grow and get success in your future.

Eng. Ibrahim Marji
Yours Sincerely

Extras din Bibliografie

1. Afthanorhan, A., Awang, Z., Rashid, N., Foziah, H., & Ghazali, P. (2019). Assessing the effects of service quality on customer satisfaction. *Management Science Letters*, 9(1), 13-24.
2. Agustiady, T. K., & Cudney, E. A. (2018). Total productive maintenance. *Total Quality Management & Business Excellence*, 1-8.
3. ALRashed, S. (2017). Factors of Successful Customer Relationship Management (CRM) Systems in Telecommunication Sector in Saudi Arabia. *IT Cost Management Strategies*, 3(1), 1-8.
4. Alsabti, K., Ranka, S., & Singh, V. (1997). An efficient k-means clustering algorithm.
5. Ayers, M. L. (2012). *Telecommunications system reliability engineering, theory, and practice* (Vol. 21). John Wiley & Sons.
6. Bhuian, S. N., Balushi, M. A., & Butt, I. (2018). Antecedents and consequences of customer loyalty in Qatar. *Journal for Global Business Advancement*, 11(1), 41-63.
7. Chatzipapas, A., Alouf, S., & Mancuso, V. (2011, September). On the minimization of power consumption in base stations using on/off power amplifiers. In *2011 IEEE Online Conference on Green Communications* (pp. 18-23). IEEE.
8. Core.ecu.edu. (2019). [online] Available at: <http://core.ecu.edu/psyc/wuenschk/MV/Multreg/Logistic-SPSS.PDF> [Accessed 22 Jul. 2019].
9. Durivage, M. (2015). *Practical engineering, process, and reliability statistics*. LynelleKorte.
10. Ellegaard, C., & Ritter, T. (2006). Customer attraction and its purchasing potential. In *22nd IMP Conference*, Milan.
11. Endrenyi, J., Aboresheid, S., Allan, R. N., Anders, G. J., Asgarpoor, S., Billinton, R., ... & Singh, C. (2001). The present status of maintenance strategies and the impact of maintenance on reliability. *IEEE Transactions on power systems*, 16(4), 638-646.
12. Eruguz, A. S., Tan, T., & van Houtum, G. J. (2018). Integrated maintenance and spare part optimization for moving assets. *IIE Transactions*, 50(3), 230-245.
13. Hafaifa, A., Abdellah, K., Mouloud, G., & Hadroug, N. (2016). Reliability analysis using Weibull distribution applied to a booster pump used in oil drilling installations. *Journal of the Technical University Sofia, Branch Plovdiv, Bulgaria, Fundamental Sciences and Applications*, 22, 31-37.
14. Hassouna, M., Tarhini, A., Elyas, T., & Abou Trab, M. (2015). Customer Churn in Mobile Markets: A Comparison of Techniques. *International Business Research*, 8(6), 225. doi: 10.5539/ibr.v8n6p224
15. Kerkhoff, K., Kaul, K., Hilletoft, P., & Eriksson, D. (2017). Sourcing from China: a literature review of motivations, outcomes, problems, and solutions. *Operations and Supply Chain Management*, 10(4), 226-239.
16. Khalil, S. (2019). Adopting the cloud: how it affects firm strategy. *Journal of Business Strategy*.

17. Kotler, P. (1997). *Marketing management: analysis, planning, implementation and control*. Kotler.–8th ed.–1994.
18. Kotler, P. & Armstrong, G., (2018). *Principles of marketing*, 17th edition. Pearson education.
19. Koutitas, G., & Demestichas, P. (2010). A review of energy efficiency in telecommunication networks. *Telfor journal*, 2(1), 2-7.
20. Liu, X., & Zhang, N. (2020). Research on Customer Satisfaction of Budget Hotels Based on Revised IPA and Online Reviews. *Science Journal of Business and Management*, 8(2), 50.
21. Mahajan, V., Misra, R., & Mahajan, R. (2017). Review on factors affecting customer churn in telecom sector. *International Journal of Data Analysis Techniques and Strategies*, 9(2), 122-144.
22. MAPS (2015). MAPS™ GSM Abis Interface Emulator (GSM Abis Interface Emulation). Retrieved 15 June 2019, from <https://www.gl.com/maps-gsmabis.html>
23. Montgomery, D. C., & Runger, G. C. (2014). *Applied statistics and probability for engineers*. Wiley & Sons, 978-1-118-74412-3, Singapore.
24. Oviroh, P. O., & Jen, T. C. (2018). The energy cost analysis of hybrid systems and diesel generators in powering selected base transceiver station locations in Nigeria. *Energies*, 11(3), 687.
25. Richter, F., Fehske, A. J., & Fettweis, G. P. (2009, September). Energy efficiency aspects of base station deployment strategies for cellular networks. In 2009 IEEE 70th Vehicular Technology Conference Fall (pp. 1-5). IEEE.
26. Schober, P., Boer, C., & Schwarte, L. A. (2018). Correlation coefficients: appropriate use and interpretation. *Anesthesia & Analgesia*, 126(5), 1763-1768.
27. Subramanian, N., Abdulrahman, M. D., & Rahman, S. (2014). Sourcing complexity factors on contractual relationship: Chinese suppliers' perspective. *Production & Manufacturing Research*, 2(1), 558-585.
28. Sulaimon, O.S., Emmanuel, O.E. and Bilqis, B.B., (2016). Relevant Drivers for Customers Churn and Retention Decision in the Nigerian Mobile Telecommunication Industry. *Journal of Competitiveness*, 8(3).
29. Taber, K. S. (2018). The use of Cronbach's alpha when developing and reporting research instruments in science education. *Research in Science Education*, 48(6), 1273-1296.
30. Thomas, A. (2020). Topic: Telecommunications equipment. Retrieved 26 December 2020, from <https://www.statista.com/topics/2844/telecommunications-equipment/>
31. Zhang, H., Gladisch, A., Pickavet, M., Tao, Z., & Mohr, W. (2010). Energy efficiency in communications. *IEEE Communications Magazine*, 48(11), 48-49.
32. Zineldin, M. (2006). The royalty of loyalty: CRM, quality and retention, *Journal of consumer marketing*, Vol. 23, No. 7, pp.430-437, 0736-3761