

Ispitivanje kakvoće usluge širokopojasnog pristupa Internetu

HAKOMetar

Zagreb, lipanj 2014.

Sadržaj

1. Uvod	3
2. Definicije korištenih pojmova.....	3
3. Metodologija mjerenja kakvoće usluge širokopojasnog pristupa	4
4. Mjerenje aplikacijom HAKOMetar.....	10
5. Zaključak.....	19
6. Literatura i reference.....	20

1. Uvod

"Pravilnik o načinu i uvjetima obavljanja djelatnosti elektroničkih komunikacijskih mreža i usluga" [1], te "Pravilnik o izmjenama i dopunama Pravilnika o načinu i uvjetima obavljanja djelatnosti elektroničkih komunikacijskih mreža i usluga" [12], definiraju način i uvjete obavljanja djelatnosti i mjerila kakvoće elektroničkih komunikacijskih mreža i usluga (dalje u tekstu: Pravilnik). Pravilnikom je propisano da korisnik ima mogućnost provjere kakvoće (brzine) usluge širokopojasnog pristupa Internetu (dalje u tekstu: usluge pristupa) koju ugovara sa operatorom - davateljem javnih komunikacijskih usluga.

Provjera kakvoće usluge pristupa temelji se na mjerenju najveće brzine kojom korisnik može pristupiti mreži operatora - pružatelja usluge širokopojasnog pristupa Internetu (dalje u tekstu: operator) - i javnom Internetu. Kako bi korisnik bio u mogućnosti izmjeriti kakvoću usluge pristupa koju je ugovorio s operatorom, mora ispuniti niz preduvjeta.

Ovaj dokument opisuje potrebne preduvjete i procedure mjerenja najveće dostupne brzine. Nabrojane su definicije korištenih pojmova te opisana metodologija mjerenja kakvoće usluge pristupa kroz aplikaciju HAKOMETar. Opisani su i postupci prikupljanja informacija o korisnikovom računalu i okruženju u kojem se to računalo nalazi tijekom provođenja mjerenja.

2. Definicije korištenih pojmova

Radi jednoznačnog tumačenja metoda te rezultata mjerenja definiramo potrebne pojmove koji se koriste u dokumentu.

Internet - mreža svih mreža, jedinstvena svjetska računalna mreža temeljena na TCP/IP skupu protokola.

Usluga pristupa Internetu - usluga širokopojasnog pristupa Internetu koju pruža operator kako bi krajnjem korisniku omogućio pristup javnom Internetu kroz pristupnu mrežu operatora.

Operator – pravna osoba koja je ovlaštena pružati uslugu širokopojasnog pristupa Internetu. Krajnji korisnik s operatorom zasniva ugovorni odnos za korištenje usluge pristupa Internetu, čija se kakvoća može provjeriti metodama koje opisuje ovaj dokument.

HAKOM – Hrvatska regulatorna agencija za mrežne djelatnosti

CARNet – Hrvatska akademska i istraživačka mreža

Odgovornost operatora - operator je odgovoran isključivo za kakvoću pružanja usluge pristupa unutar svoje mreže, od točke pristupa krajnjeg korisnika do točke interkonekcije/spajanja s mrežom drugog operatora. Svaki operator može imati implementirane određene metode upravljanja prometom. Ako takva metoda postoji, operator ih je obvezan jasno i jednoznačno prezentirati korisniku (određeni tip prometa, prednost određenom prometu, određena usluga/aplikacija i drugo).

Izmjerena brzina - brzina izmjerena na temelju preuzimanja samo korisniku korisnih podataka sa višestrukih odredišta na Internetu do uređaja krajnjeg korisnika.

CIX - Croatian Internet eXchange, središnje nacionalno mjesto za razmjenu internetskog prometa u Republici Hrvatskoj [2];

Kašnjenje (eng. delay) - Kašnjenje je polovica vremena u milisekundama potrebna za ICMP Echo Request/Reply (Ping) to ispravne IP adrese (ETSI EG 202 057-04 clause 5.5).

Varijacija kašnjenja (eng. Jitter) - razlika kašnjenja pojedinih paketa istog toka (definirano u ITU-T Recommendation Y.1540 clause 6.2.4 i objašnjena detaljnije u ITU-T Recommendation Y.1541 Annex II)

Omjer izgubljenih paketa (eng. packet loss ratio) - omjer ukupnog broja izgubljenih paketa u odnosu na ukupni broj prenijetih IP paketa zanimljive skupine (ITU-T Recommendation Y.1540 clause 6.4).

Paketi s greškom (eng. packet error): Omjer ukupnog broja IP paketa prenijetih s greškom u odnosu na ukupni broj prenijetih IP paketa promatrane skupine paketa (ITU-T Recommendation Y. 1540 clause 6.3)

3. Metodologija mjerenja kakvoće usluge širokopojasnog pristupa

Mjerenje kakvoće usluge pristupa temelji se na provjeri brzine tj. količine podataka koja se u jedinici vremena prenese sa više poslužitelja na Internetu na korisničko računalo (engl. "download") tj. sa korisničkog računala na poslužitelje na Internetu (engl. "upload").

Uz ovakav način mjerenja brzine veze, često se provjerava dostupnost sadržaja i uređaja na Internetu te put kojima paketi putuju između korisnikovog računala i drugih mrežnih uređaja u drugim mrežama.

Osim navedenih mjerenja obavlja se ispitivanje okruženja u kojem korisnik radi u trenutku provjere kakvoće veze. Pri tom se provjerava jesu li zadovoljeni preduvjeti za obavljanje mjerenja, te postoje li uzroci smanjene kakvoće veze.

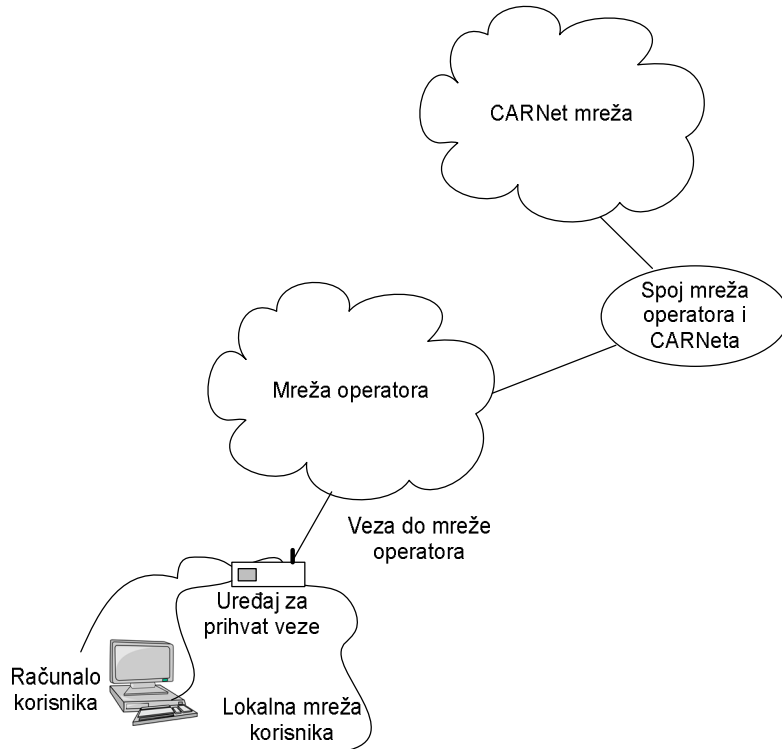
Za ispitivanje kakvoće usluge širokopojasnog pristupa, mjerenja se provode aplikacijom HAKOMetar. Aplikaciju HAKOMetar korisnik preuzima sa poslužitelja i pokreće na svom računalu. Mjerenje obuhvaća prikupljanje podataka o korisniku, operatoru, korisničkom računalu i lokalnoj mreži korisnika. Brzina se mjeri prema referentnim poslužiteljima u CARNetovoj mreži te nizu poslužitelja smještenim na raznim stranama Interneta.

Nakon obavljenih mjerenja, korisnik odlučuje želi li rezultate mjerenja poslati operatoru u svrhu prigovora na kakvoću usluge. Korisnik može prikupljene rezultate mjerenja poslati HAKOM-u u postupku rješavanja spora. Ukoliko korisnik uputi prigovor operatoru ili HAKOM-u, tada se mjerenja ovisno o okolnostima, a u svrhu dodatne provjere, mogu ponoviti od strane operatora i/ili HAKOM-a.

Ispitivanje kakvoće usluge od strane operatora i HAKOM-a nisu predmet ovog dokumenta.

3.1. Topologija mjerenja

U prvom koraku aplikacija će pristupiti poslužitelju koji se nalazi u mreži Hrvatske akademske i istraživačke mreže – CARNet. Na slici 3.1.1. prikazana je topologija mreže.



Slika 3.1.1. Topologija mreže u prvom koraku

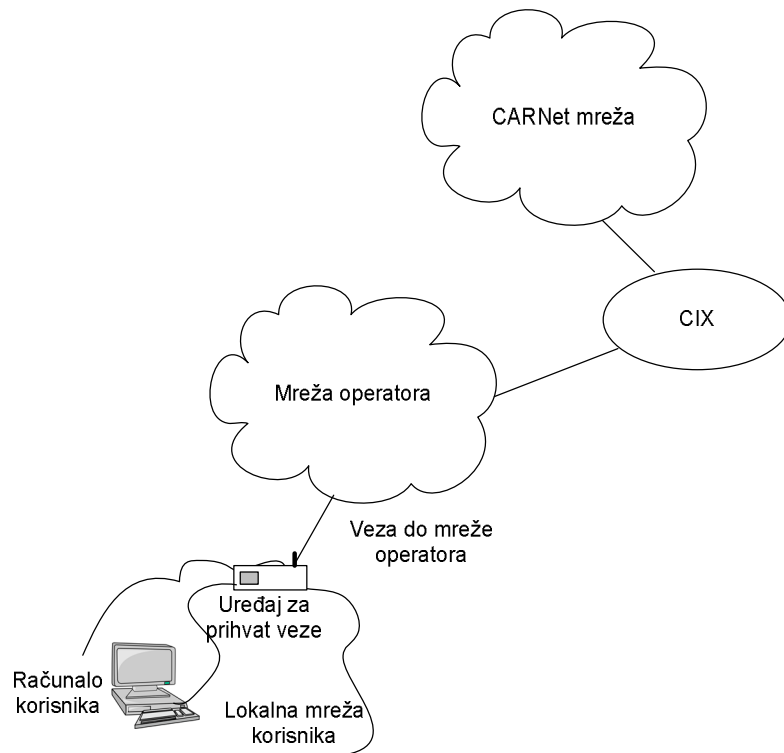
Promatrajući topologiju na slici 3.1.1, može se vidjeti da se put paketa od korisnika do poslužitelja, odnosno na mjerenoj trasi sastoji od nekoliko segmenata, od kojih svaki može utjecati na kakvoću ukupne usluge, te tako i biti uzrok poteškoća koji smanjuju kakvoću usluge. Konkretno, gledano od korisničkog računala, segmenti koji utječu na kakvoću usluge su:

1. računalo korisnika,
2. korisnička lokalna mreža, uključujući i dodatne uređaje,
3. uređaj za prihvrat veze na strani korisnika ("CPE - Customer Premises Equipment", najčešće modem),
4. veza od lokacije korisnika do prve točke u mreži operatora (tzv. "last mile", korisnička petlja, koja je u domeni odgovornosti operatora),
5. mreža operatora,
6. interkonekcija između mreže operatora i CARNetove mreže; to može biti:
 - a. veza preko CIX-a (ukoliko je operatorova mreža spojena na CIX te razmjenjuje promet sa CARNetovom mrežom putem CIX-a, u tom slučaju kakvoća pristupa korisnika do poslužitelja u CARNetovoj mreži ovisi i o kakvoći i opterećenosti mrežnih uređaja i samih veza operatorove i CARNetove mreže do CIX-a.
 - b. veza putem javnog Interneta (ukoliko operatorova i CARNetova mreža ne razmjenjuju promet preko CIX-a). U tom slučaju veza do poslužitelja ovisi o

kakvoći i opterećenosti mrežnih uređaja i samih veza operatorove i CARNetove mreže prema Internetu;

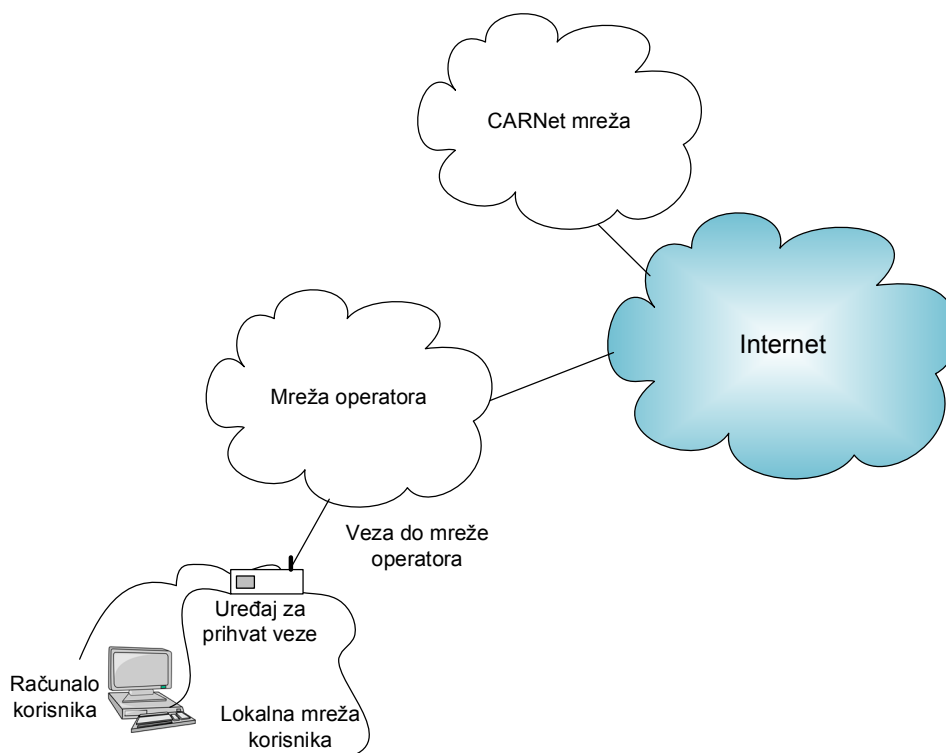
7. Veza od središnjeg uređaja za prihvat veze na CIX-u i/ili veze na Internet u CARNetovoj mreži do CARNetovog poslužitelja.

Topologija mreže u slučaju kada su mreže operatora i CARNeta povezane preko CIX-a prikazana je na slici 3.1.2.



Slika 3.1.2. Topologija mreže u slučaju veze mreža operatora i CARNeta preko CIX-a

Na slici su vidljivi svi ključni elementi koji sudjeluju u razmjeni prometa između korisnikovog računala i poslužitelja u CARNetovoj mreži, te se može jasno vidjeti o kojim sve segmentima ovisi rezultat mjerenja.



Slika 3.1.3. Topologija mreže u slučaju veze mreža operatora i CARNeta preko Interneta

Na slici 3.1.3. umjesto preko CIX-a, veza između mreža operatora i CARNeta ostvaruje se preko svjetske računalne mreže Internet te kakvoća usluge ovisi o spoju i raspoloživosti veza operatorove i CARNetove mreže prema Internetu.

Ovo mjerenje daje prvu indicaciju ako postoji razlika između očekivane kakvoće isporučene usluge korisniku. Obzirom da u provođenju ovog mjerenja samo dio ključnih segmenata jest u domeni operatora - uređaj za prihvatanje veze (ukoliko je to uređaj kojeg je postavio operator, a ne korisnik), veza do mreže operatora, mreža operatora, veza od mreže operatora do CARNetove mreže (također samo djelomično u domeni odgovornosti operatora) - tada ovo mjerenje može služiti **isključivo kao indicacija** mogućeg postojanja poteškoća, **a nikako kao dokaz** da nešto nije u redu u mreži operatora.

Obzirom na navedeno, u drugom koraku provode se dodatna mjerenja prema većem broju poslužitelja smještenih na Internetu. Pritom otklanjamo utjecaj opterećenja CARNetovih poslužitelja i/ili mreže i mjerenja se odvijaju neovisno o njima.

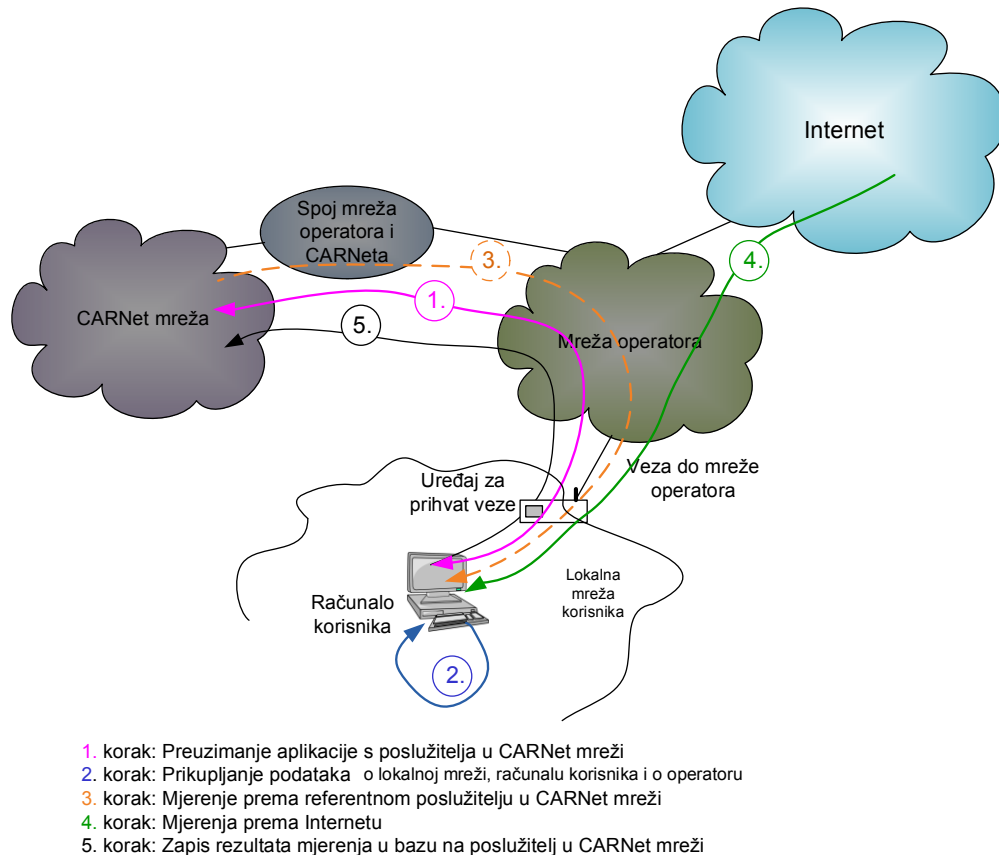
U trenutku kada se rezultati mjerenja od korisničkog računala šalju natrag na CARNetov poslužitelj u CARNetovoj mreži tada se ne ispituje kakvoća veze, odnosno usluge koju korisnik ima, te tu nije bitna kakvoća veze između operatorove i CARNetove mreže tj. veze do poslužitelja u CARNetovoj mreži.

Na slici 3.1.4. prikazani su koraci koji uključuju i preuzimanje aplikacije s web stranice HAKOM-a. Prilikom preuzimanja aplikacije se ne provodi mjerenje kakvoće veze.

Prvi dio mjerenja predstavlja zapravo prikupljanje podataka i obavlja se unutar lokalne mreže korisnika, te ne ovisi o vezi prema poslužitelju, odnosno vezi prema CARNetovoj mreži.

Drugi dio mjerenja jedini je koji može ovisiti o vezi između CARNetove mreže i mreže operatora. Međutim svrha tog mjerenja je u prvom redu mogućnost usporedbe sa sličnim mjerenjima koje je korisnik napravio bez korištenja aplikacije.

Treći dio mjerenja odnosi se na mjerenja dostupnosti sadržaja na Internetu i ovisi isključivo o kakvoći veze koju korisnik ima od svog računala preko pristupne veze do mreže operatora, zatim kroz mrežu operatora i preko veze operatora na Internet do odabranih stranica na Internetu. Pri provođenju mjerenja u tom koraku dakle nije bitna veza od korisnika do CARNetove mreže, ili od operatorove do CARNetove mreže. Kako je opisano na početku ovog poglavlja, povezivanje mreže operatora i mreže CARNeta može biti preko CIX-a ili preko Interneta, a kako o načinu povezivanja tih mreža ne ovisi kakvoća usluge pristupa, na slici 3.1.4. je izostavljen opis svih mogućnosti spoja operatorove i CARNetove mreže.



Slika 3.1.4. Topologija mreže uz prikaz koraka mjerenja

Nakon što su obavljena mjerenja na slici prikazana u koraku 4 rezultati mjerenja šalju se na poslužitelj u CARNetovoj mreži kako bi se pospremili u bazu podataka i bili na raspolaganju za daljnji analizu. Na slici 3.1.4. je taj prijenos označen kao korak 5.

Ako nakon provođenja mjerenja korisnik odluči uputiti prigovor u obliku slanja rezultata mjerenja kakvoće veze operatoru, tada operator preuzima na sebe obvezu provjere navoda o smanjenoj kakvoći ugovorene usluge. Metodologija provjere kakvoće veze koju će provesti operator nije u opsegu ovog dokumenta.

Sljedeći korak, ukoliko korisnik i dalje nije zadovoljan ishodom postupka prigovora kod operatora, može uputiti prigovor HAKOM-u koji zatim može provesti novi ciklus ispitivanja kakvoće pružene usluge pristupa. Postupak dodatne provjere kakvoće usluge od strane HAKOM-a također nije u opsegu ovog dokumenta.

4. Mjerenje aplikacijom HAKOMetar

Korisnici na svojim računalima mogu imati različite operacijske sustave i različite inačice operacijskih sustava. Kako je potrebno osigurati da se ispitivanje kakvoće širokopojasnog pristupa može provesti neovisno o tipu operacijskog sustava, može se zaključiti da korisnička aplikacija mora biti multiplatformska. Iz tog razloga korišten je programski jezik Java.

Aplikacija se sastoji iz nekoliko funkcionalnih cjelina:

1. Prikupljanje podataka o korisniku,
2. Prikupljanje podataka o operatoru,
3. Prikupljanje podataka o računalu sa kojeg se obavlja mjerenje i o lokalnoj mreži u kojoj se nalazi,
4. Mjerenje dostupnosti sadržaja na referentnim poslužiteljima,
5. Mjerenje dostupnosti sadržaja na Internetu i parametara performansi mreže,
6. Zapisivanje podataka o obavljenim mjeranjima,
7. Slanje prigovora operatoru.

Aplikacija je dostupna na CARNetovim i HAKOM-ovim poslužiteljima.

Korisnik treba preuzeti aplikaciju na svoje računalo i pokrenuti njezino izvršavanje.

Sukladno Pravilniku [1], [12] mjerenje ovom aplikacijom potrebno je provesti najmanje minimalno tri (3) mjerenja provedenih tijekom razdoblja od pet (5) uzastopnih dana uz obvezu najviše jednog mjerenja unutar 24 sata. Provođenje tri mjerenja u predviđenom terminu od pet uzastopnih dana čini jedan ciklus mjerenja. Ukoliko korisnik ne obavi propisani broj mjerenja, operator nije obavezan prihvatiti prigovor korisnika.

Mjerenja se moraju obaviti uz sljedeće uvjete: da je korisnik u trenutku mjerenja jedini korisnik na svom računalu, da nema pokrenutu niti jednu drugu korisničku aplikaciju osim aplikacije HAKOMetar, da je korisničko računalo jedini uređaj (pored operatorovog preklopnika/usmjernika/modema) u lokalnoj mreži, da je računalo spojeno žičnom vezom (bežična veza mora biti isključena, kako na računalu tako i na usmjerniku ukoliko postoji) i da ne postoji pokrenuta/uspostavljena VPN veza bilo koje vrste osim nužne za pristup Internetu npr ppp.

Ukoliko neki od uvjeta ne budu zadovoljeni mjerenje se neće smatrati valjanim te će biti odbačeno.

Pokretanje aplikacije uzrokuje preuzimanje određene količine podataka s Interneta. Ukoliko korisnik nema 'flat-rate' paket te mjesečni račun ovisi o količini prenesenih podataka mogući su dodatni troškovi koje će izvršavanje aplikacije izazvati.

Nakon izvršenja programa prikupljeni rezultati šalju se na poslužitelj koji se nalazi u CARNetovoj mreži.

4.1. Pokretanje aplikacije

Aplikacija se pokreće izravno iz web preglednika sa stranice HAKOMETra koristeći tehnologiju Java WebStart. Dovoljno je kliknuti na poveznicu za pokretanje. Opcionalno aplikaciju je moguće pokrenuti i ručno preuzimanjem na korisničko računalo. Sljedeći korak je pokretanje izvršne datoteke za odgovarajući operativni sustav (start.bat za Windows, start.sh za Linux ili Mac OS).

Nakon pokretanja aplikacije HAKOMETar korisnik mora prihvatiti uvjete korištenja aplikacije. Nakon prihvaćanja uvjeta korištenja korisnik ima mogućnost odabira započinjanja novog ciklusa mjerenja ili nastavka mjerenja u već započetom ciklusu.

Ukoliko korisnik odabere novi ciklus mjerenja dodjeljuje mu se identifikator koji se prikazuje u prozoru aplikacije i zapisuje lokalno u datoteku. Ukoliko korisnik odabere nastavak ciklusa, potrebno je upisati već dodijeljeni identifikator. Nakon odabira korisnik pristupa upisu osobnih podataka.

4.2. Prikupljanje informacija o korisniku

Potrebni podaci neznatno se razlikuju u ovisnosti je li korisnik fizička ili pravna osoba.

Korisnik pokretanjem ove aplikacije daje izričiti pristanak tj. odobrenje pristupa upisanim osobnim podacima svome operatoru i HAKOM-u. Prikupljeni podaci služe za identifikaciju korisnika i ugovorene usluge. Analizu prikupljenih podataka obavljaju operator ili HAKOM. Operator svojim načinima provjere i jedinstvenog određivanja korisnika provjerava točnost podataka.

Korisnik upisuje sljedeće podatke:

1. Ime i prezime pretplatnika koji je ugovorio uslugu pristupa s operatorom,
2. Adresu, kućni broj, grad pretplatnika (mjesto na kojem završava lokalna parica/pretplatnička parica),
3. Broj telefonske fiksne linije pretplatnika, ako postoji (podatak opcionalan),
4. Broj telefona za kontakt, (ukoliko treba biti drugačiji od onog upisanog u prethodnom koraku),
5. Korisničko ime koje se koristi za pristup mreži, ukoliko postoji, bilo da ga je dodijelio operator ili je dio nekog drugog autorizacijskog i autentikacijskog sustava (kao što je slučaj sa sustavom AAI@EduHR [3] koji se koristi za obrazovne, znanstvene i istraživačke ustanove pri Ministarstvu znanosti, obrazovanja i sporta); (podatak opcionalan),
6. Naziv operatora s kojim korisnik/pretplatnik ima ugovor za korištenje usluge pristupa,
7. Ugovorenu brzinu veze u Mbit/s (podatak opcionalan),
8. Adresu svoje elektroničke pošte - (potrebna kod slanja prigovora elektroničkim putem; bez upisane ispravne adrese neće biti moguće poslati prigovor operatoru elektroničkim putem).

Korisničko ime (engl. "username") ili korisnički račun (engl. "user account") operatori koriste za autorizaciju kod prijave korisnika za rad. Ti operatori imaju svoj sustav dodjele imena i kod sklapanja pretplatničkog ugovora korisniku šalju podatke o korisničkom imenu i lozinci. Podatak je bitan za sustav kao dodatni parametar koji će operatori moći provjeriti u svom sustavu. Zato aplikacija traži od korisnika da upiše korisničko ime, ali ne i lozinku, jer je to tajan podatak koji korisnik ne bi trebao otkrivati nikome.

Također, postoje i operatori koji za svoje usluge pristupa ne traže i ne daju korisničko ime i lozinku. Imajući u vidu navedeno, ovaj podatak nije obavezan, te ga korisnik ne mora upisati.

Izuzetak su i zajedničke usluge CARNeta i drugih operatora, kao što su Vipnet [4], Iskon [5], Optima Telekom [6], OKTV [7] i Metronet [8], gdje se za autorizaciju i autentikaciju korisnika koriste korisnički računi iz sustava AAI@EduHR gdje za status pojedinih korisnika odgovara ustanova članica CARNeta koja je taj korisnički račun i otvorila. Ako korisnik ima više od jednog korisničkog imena, tada treba napisati ono korisničko ime koje koristi pri korištenju ugovorene usluge pristupa.

Korisnik odgovara za ispravnost upisanih podataka. Aplikacija neće provjeravati točnost i ispravnost tih podataka.

Za svaki od upisanih podataka postoji način njihove validacije kroz evidenciju operatora o korisnicima njegovih usluga. Operator ima mogućnost provjere unesenih podataka. Operator samostalno odlučuje hoće li provjeravati unesene podatke.

Ukoliko korisnik unese neispravne podatke, operator ima pravo odbaciti prigovor za neispravnost ili upitnu kakvoću usluge s obrazloženjem da takav korisnik ne postoji. Dakle, upisano ime i prezime pretplatnika mora odgovarati adresi na kojoj je veza i fizički uspostavljena, mora odgovarati dodijeljenom korisničkom imenu koje je operator dodijelio za potrebe korištenja usluge, te mora odgovarati operatoru.

Operator obavlja provjeru ima li ugovor s osobom čije je ime i prezime navedeno u odgovarajućem polju, glasi li ugovor na upisani broj telefona, nalazi li se na adresi koju je korisnik upisao, te je li upisano korisničko ime odgovara u obrascu koji je upisao korisnik i u sustavu operatora.

Ako barem jedan od podataka nije isti u evidenciji operatora i upisanom obrascu, tada operator ne mora prihvatiti niti obraditi pristigli prigovor. Izuzetak može biti jedino u polju adrese, obzirom da ne postoji usuglašeni popis naziva ulica, te se u praksi mogu pojaviti različiti nazivi jedne te iste ulice. Na primjer "Ulica Ivana Gorana Kovačića" može biti zapisana kao "Ul. Ivana Gorana Kovačića", "Ulica I. G. Kovačića", "Ul. I.G. Kovačića", "I. G. Kovačića" ili bilo koja druga kombinacija skraćivanja naziva, koji u svakom od tih oblika i dalje označavaju istu ulicu. U tom slučaju obveza je operatora da kod preuzimanja prigovora provjeri postoji li u njegovoj evidenciji sličan zapis koji bi se mogao odnositi na istu ulicu, te eventualno i po potrebi s korisnikom razjasni moguću nejasnoću oko naziva ulice. Iznimni su slučajevi da mogu postojati dvije ulice sličnog naziva poput "Ulica grada Vukovara" i "Vukovarska ulica" koje možda ne označavaju istu ulicu u jednom gradu. Obzirom da su takvi slučajevi rijetki, te da ne postoji obveza usuglašavanja naziva ulica niti jedinstveni imenik ulica u svim mjestima u Republici Hrvatskoj, tada je potrebno uzeti u obzir moguće različite načine zapisivanja imena ulica, te se zahtjev može odbaciti jedino ako je upisana ulica potpuno različita od ulice u evidenciji operatora. E-mail adresu korisnik može unijeti radi eventualne komunikacije s operatorom u slučaju podnošenja prigovora.

Obzirom da je prema Pravilniku mjerenja potrebno provoditi tri puta, ovi podaci se nakon unosa spremaju kod prvog pokretanja aplikacije te ih nije potrebno unositi za ostala mjerenja u ciklusu.

4.3. Postupak mjerenja

Mjerenje se sastoji od 19 testova. U prvom dijelu testova prikupljaju se podaci o korisnikovom računalu s kojeg se provodi mjerenje te lokalnoj mreži.

Prikupljaju se sljedeći podaci:

1. mrežna sučelja na računalu – obvezno korištenje žičanog sučelja,
2. IP i MAC adrese računala,
3. ARP tablica – otkriva računala u lokalnoj mreži,
4. DNS poslužitelje koje računalo koristi,
5. popis mrežnih konekcija,
6. opterećenje mrežnih sučelja,
7. tablica usmjerenja,
8. procesorske jedinice i njihovo opterećenje,
9. količina i zauzeće memorije i diskovnog prostora,
10. operacijski sustav računala,
11. verzija instaliranog Java okružja,
12. detekcija operatora putem javne IP adrese.

Pritom se ne prikupljaju podaci o samom korisniku, vlasniku linije.

Operator svojim načinima provjere i jedinstvenog određivanja korisnika provjerava odgovaraju li prikupljeni podaci upisanima na početku korištenja aplikacije. Primjer je usporedba očitane IP adrese i IP adrese dodijeljene korisniku od strane operatora u trenutku autentikacije što je operatoru vidljivo u vlastitim logovima.

Svrha prikupljenih podataka je olakšavanje analize okružja u kojem se mjerenje provodi te provjera opterećenosti korisničkog računala koja može utjecati na rezultate mjerenja.

U drugom dijelu testova provode se ispitivanja vatrozida korisničkog računala, ispitivanja opterećenja referentnog CARNetovog poslužitelja prema kojem se radi prvo mjerenje brzine, ping i traceroute test te mjerenje download i upload brzine prema već spomenutom poslužitelju.

Provjeru vatrozida, ping i traceroute test inicira poslužitelj prema korisničkom računalu.

Cilj mjerenja prema referentnom poslužitelju je dobiti najveću brzinu od korisnika do referentne točke.

Pošto u ovom mjerenju sudjeluje poslužitelj u CARNetovoj mreži, tada na rezultate može utjecati način povezivanja mreže operatora i CARNetove mreže. U slučaju da operator kroz svoju mrežu dodijeli veći prioritet prometu koji putuje od i prema poslužitelju u CARNetovoj mreži može se dogoditi da rezultat neće dati stvarnu sliku kakvoće veze i usluge širokopojasnog pristupa.

Međutim, obzirom da se ovo mjerenje provodi kako bi se omogućila usporedba sa rezultatima sličnih mjerenja koje bi korisnik proveo neovisno o ovoj aplikaciji i eliminirao utjecaj web preglednika na provođenje mjerenja, te kako to nije jedino mjerenje koje sudjeluje u procjeni kakvoće veze, tada čak i u slučaju da operator kroz svoju mrežu preferira promet prema CARNetovoj mreži ovaj se segment ne smatra ključnim u odlučivanju o kakvoći usluge.

U posljednjem dijelu mjerenja nalaze se paralelni HTTP i FTP download sadržaja sa Interneta.

U ovom koraku mjerenja brzine širokopojasne veze obavljat će se dinamičko uspostavljanje većeg broja istovremenih konekcija i preuzimanje veće količine sadržaja koristeći protokole prijenosne razine TCP (HTTP i FTP) prema unaprijed određenim ili nasumično odabranim adresama.

Za vrijeme tog mjerenja provjerava se opterećenost procesorskih jedinica i količina slobodne memorije. Ukoliko tokom mjerenja procesorske jedinice postanu preopterećene, mjerenje neće biti valjano jer preslabo računalo može dati lažnu sliku kakvoće veze.

Cilj ovih mjerenja je dobiti najveću brzinu između korisničkog računala i Interneta. Uspostavom većeg broja istovremenih konekcija generirati će se dovoljan promet za zapunjavanje veze, a time i za mjerenje njene brzine. Obzirom na velik broj potencijalnih davatelja sadržaja na Internetu kojima će se kroz aplikaciju pristupati, umanjuje se značaj moguće pojave problematičnih, neaktivnih, nedostupnih ili poslužitelja s ograničenim bandwidthom te različitih putova kroz Internet do odredišta koja su uključena u mjerenje.

Kod ovog mjerenja mogu se pojaviti neka od sljedećih ograničenja:

1. korisnik ima slabije računalo koje ne može podržati veći broj istovremenih konekcija ili obradu (prihvat ili slanje) veće količine podataka u jedinici vremena; stoga je potrebno uz mjerenje količine podataka u jedinici vremena provjeriti i dostupne resurse samog računala, kako bi se otklonila nedoumica je li izmjerena manja brzina rezultat smanjenih performansi računala korisnika;
2. operator može blokirati neki od protokola koji su predviđeni za preuzimanje podataka sa Interneta; obzirom da će se kod preuzimanja sadržaja koristiti različiti protokoli, te veći broj poslužitelja na Internetu, postići će se potrebna količina podataka za procjenu brzine veze na temelju protokola koje operator ne blokira.

Za provođenje mjerenja, a i za samu mogućnost korištenja usluga pristupa Internetu za ugovaratelja i korisnika usluge, operator sukladno članku 42 stavku 1 točki 2 Zakona o elektroničkim komunikacijama mora jasno naznačiti blokira li korisnicima neke protokole i usluge, te (ako da) koje i prema kojim odredištima.

U okviru ovog skupa mjerenja provodi se i mjerenje parametara performansi mreže - kašnjenja (eng. delay), varijacije kašnjenja (eng. jitter), izgubljenih paketa (eng. packet loss) i paketa s greškom (eng. packet error). Definicije navedenih parametara nalaze se u dokumentu [11], a opisane su i u poglavlju 1 ovog dokumenta.

4.4. Zapisivanje podataka o obavljenim mjerenjima

Tijekom korištenja aplikacije HAKOMetar te tijekom provođenja mjerenja prikupljaju se podaci o samom korisniku, o uređaju sa kojeg se provode mjerenja, o okolini u kojoj se uređaj nalazi, a sve s ciljem što jasnije indikacije postoji li poteškoća u realizaciji usluge, te podudaranja ostvarene kakvoće usluge pristupa sa nazivnom/ugovorenom kakvoćom.

U bazu podataka o obavljenim mjerenjima upisat će se sljedeći podaci:

- ime i prezime pretplatnika,
- adresa, kućni broj i grad,
- broj telefona fiksne linije,
- broj telefona za kontakt korisnika,
- korisničko ime (ako postoji),

- operator širokopojasnog pristupa,
- e-mail adresa korisnika,
- datum i vrijeme početka mjerenja,
- rezultati mjerenja.

Pravilnikom je definirano da u jednom danu može biti zabilježeno najviše jedno mjerenje u bilo koje doba dana. U bazu na poslužitelju se zapisuju podaci nakon što je mjerenje završeno. U slučaju da neki od preduvjeta mjerenja nije ispunjen tada će aplikacija ispisati upozorenje korisniku. Postojanje upozorenja mjerenje čini nevaljanim. Operator može odbaciti nevaljana mjerenja.

Ako korisnik u istom danu mjerenje ponovi više puta, u bazu će se upisati sva mjerenja (valjana i nevaljana) dok će se na korisničkom računalu zapisati samo zadnje valjano ili nevaljano mjerenje u tom danu. Kako je potrebno u vremenskom razdoblju od 5 dana mjerenje izvršiti 3 puta, aplikacija će voditi evidenciju o broju izvršenih mjerenja i prilikom svakog sljedećeg pokretanja izvještavati o broju valjanih mjerenja i preostalom vremenu. Ako mjerenje nije izvršeno dovoljan broj puta u zadanom vremenu, podaci se poništavaju i smatraju se nevažećima te aplikacija ne dozvoljava daljnja mjerenja u istom ciklusu.

Ako su mjerenja uredno izvršena, u skladu s definiranim postupkom, aplikacija će po završetku zadnjeg mjerenja dati korisniku pregled rezultata i popis datoteka sa rezultatima svakog pojedinog valjanog mjerenja kako bi korisnik mogao prikupljene podatke poslati operatoru u sklopu prigovora na kakvoću usluge. Također aplikacija će ponuditi korisniku mogućnost da klikom na gumb pošalje prigovor operatoru sa svim svojim izvještajima o mjerenjima.

Slanje izvještaja operatoru znači ujedno i zahtjev za provjerom kakvoće usluge tog korisnika od strane operatora, te obvezuje operatora da pristigli izvještaj prouči, analizira prikupljene podatke, obavi provjeru kakvoće usluge sa svoje strane, te o obavljenoj analizi pravovremeno informira korisnika, a sve u skladu s Pravilnikom.

Ako korisnik nije zadovoljan ishodom pritužbe kod operatora, tada može uložiti žalbu HAKOM-u.

Prikupljeni podaci koristit će se za izradu izvještaja na zahtjev HAKOM-a. Prikupljeni podaci se neće koristiti u druge svrhe koje nisu vezane uz ispitivanje kakvoće usluge širokopojasnog pristupa.

Operatori imaju mogućnost uvida u bazu s rezultatima mjerenja preko web sučelja.

4.5. Uvjeti korištenja i preduvjeta za prihvaćanje rezultata mjerenja

Opisana mjerenja predviđena su za provjeru kakvoće usluge pristupa Internetu koju korisnik iznajmljuje od nekog od operatora usluga širokopojasnog pristupa. Kako bi mjerenja bila relevantna **korisnik** koji želi ispitati kakvoću usluge mora osigurati sljedeće:

- 1. podrška za JRE** - Korisnik na računalu s kojeg se pokreću mjerenja mora imati instaliranu podršku za Java Runtime Environment - JRE [9], [10].

2. **točnost upisanih podataka** - korisnik mora upisati točne podatke o vlasniku linije to jest ugovornoj osobi, adresi na kojoj je usluga uspostavljena, točan naziv operatora od kojeg se usluga iznajmljuje, kao i sve druge podatke opisane u poglavlju 4.2. Ti podaci služe u prvom redu operatoru za identifikaciju fizičke linije putem koje se ostvaruje usluga, te za usporedbu ugovorene kakvoće usluge sa realiziranom. Ukoliko podaci nisu točni, tada operator može zanemariti poslana mjerenja, konstatirati da se mjerenja odbacuju zbog netočnosti podataka i ne mora poduzeti nikakvu daljnju akciju;
3. **žičanu povezanost klijentskog računala sa uređajem koji je izravno spojen na liniju** - to znači da tijekom provođenja mjerenja korisnik mora računalo spojiti izravno žičanom vezom na modem. Mjerenja u kojima je korisnik putem bežične veze unutar svog doma bio povezan sa modemom, pa preko njega sa mrežom operatora, neće biti prihvaćena u analizi kakvoće veze. Aplikacija za ispitivanje kakvoće usluge provjeravat će i indicirati način povezivanja korisnikovog računala u lokalnu mrežu;
4. **odsutnost ostalih klijentskih računala u lokalnoj mreži** - tijekom provođenja mjerenja opisanih ovim dokumentom jedino računalo u lokalnoj mreži korisnika treba biti računalo s kojeg se provode mjerenja kakvoće usluge. Ukoliko ima dodatnih uređaja u mreži (ne računajući modem operatora), a što će identificirati aplikacija, mjerenja se ne smatraju mjerodavnima i mogu se odbaciti. Operator koji dobije rezultate tako obavljenih mjerenja može odbaciti mjerenja uz zaključak da su tijekom mjerenja postojali dodatni klijenti u mreži, te ne mora poduzimati nikakvu daljnju akciju;
5. **modem na liniji mora biti onaj kojeg je korisnik dobio od operatora ili onaj kojeg operator podržava** - da bi operator prihvatio mjerenje kakvoće usluge topologija mreže treba biti onakva kakvu je operator uspostavio kod korisnika, što podrazumijeva liniju koju je ugradio operator i terminacijski uređaj, odnosno modem. Ukoliko je korisnik zamijenio modem iz bilo kojeg razloga (neispravnost uređaja kupljenog od operatora, nadogradnja funkcionalnosti), tada mora osigurati da je zamjenski uređaj iz kategorije kakvu podržava operator. Ukoliko korisnik mjerenja provodi uz priključnu opremu koja nije originalna koju je dostavio operator ili neka od tipova koju operator podržava, tada operator ne mora prihvatiti rezultate mjerenja, već ih može odbiti uz konstataciju da je različita terminacijska oprema. Ukoliko modem koji je korisnik stavio nije isti onaj koji je instalirao operator, ali jest iste vrste kakvu operator nabavlja i instalira svojim korisnicima, tada operator mora prihvatiti rezultate mjerenja i dodatno provjeriti kakvoću usluge;
6. **stalnu postavku u lokalnoj mreži za cijelu duljinu trajanja mjerenja** - kako je opisano ovim dokumentom, mjerenja se provode najmanje tri puta, te je korisnik dužan osigurati stalnu topologiju mreže unutar njegove lokalne mreže. To znači da sva mjerenja moraju biti obavljena sa istim korisničkim računalom, sa istim kabelom od računala do modema, istim modemom i uz zadovoljene sve prethodne uvjete. Smatra se da mrežni elementi od modema na dalje nisu u domeni korisnika, te da ih korisnik nema pravo mijenjati;
7. **administratorska prava na računalu s kojeg se provode mjerenja** - ovaj preduvjet je bitan za mogućnost pokretanja svih potrebnih naredbi kako bi se prikupile potrebne informacije o računalu korisnika i lokalnoj mreži u kojoj se ono nalazi tijekom mjerenja.
8. **ponavljanje mjerenja najmanje tri puta u periodu od pet uzastopnih dana** - što je, sukladno Pravilniku [1], [12] preduvjet za prihvaćanje rezultata mjerenja.

Obzirom da se kakvoća usluge odnosi na vezu od modema kojeg je postavio operator preko lokalne petlje do mreže operatora i kroz tu mrežu dalje prema drugim mrežama, poželjno je

da korisnik prije slanja prigovora o smanjenju kakvoće usluge pokuša eliminirati utjecaj elemenata koji se nalaze unutar njegove lokalne mreže. Tako bi bilo korisno ponoviti mjerenja korištenjem:

1. **različitih mrežnih kabela** - obzirom da je preduvjet prihvaćanja mjerenja da je korisničko računalo izravno žicom spojeno na modem tada i ta žica može biti uzrok smanjene kakvoće usluge. Ponavljanje mjerenja različitim kabelima može ukazati je li kabel uzrok smanjene kakvoće. Ukoliko su mjerenja bolja kad se promijeni kabel, tada oštećeni kabel treba odbaciti i mjerenja nastaviti isključivo sa dobrim kabelom. Moguće je naravno i da smanjena kakvoća ostane i nakon zamjene kabela što bi mogao biti znak da je u lokalnoj mreži korisnika sve u redu. Kada korisnik detektira kabel sa kojim su najbolja mjerenja tada je potrebno da takav kabel koristi za vrijeme cijelog mjerenja,
2. **različitih korisničkih računala** - ukoliko korisnik ima mogućnost ponoviti mjerenja sa više klijenata, tada bi bilo korisno inicijalno obaviti više mjerenja sa različitim korisničkim računalima, a prije nego se rezultati mjerenja upute operatoru. Kako je svrha mjerenja ispitivanje kakvoće usluge koja se najmi od operatora, tada uzrok možebitnih poteškoća u korištenju usluge koje ovise o samom računalu korisnika nisu u domeni operatora i ne mogu biti prihvaćene kao rezultat prigovora na kakvoću usluge veze na Internet. Stoga je korisno odmah na početku mjerenja odbaciti sve one uzročnike koji nisu u domeni operatora, a to može biti i korisnikovo računalo smanjenih performansi. Provođenjem mjerenja na različitim klijentima može se steći slika je li problem u nekom od klijenata, ili je mogućnost korištenja mreže zbilja smanjena bez obzira na klijentska računala. Ukoliko je mogućnost korištenja ugovorene usluge jednaka ili približno jednaka bez obzira na klijentsko računalo tada treba odabrati jedno računalo i sa njega napraviti cijeli skup mjerenja čiji će se rezultati tada poslati operatoru. Pri tom treba imati u vidu da aplikacija za ispitivanje kakvoće usluge opisana u ovom dokumentu prikuplja parametre rada računala i lokalne mreže.

Potrebno je također naglasiti i da bilo koji korisnik ima pravo prijaviti operatorima sumnju u smanjenu kakvoću usluge i bez provođenja ovih mjerenja. Međutim, korištenje metodologije opisane u ovom dokumentu operatorima i samom korisniku može ukazati na okruženje u kojem se mjerenje provodi kako bi obje strane stekle što objektivniju sliku o stvarnim razlozima kod korisnika ili izvan domene korisnika koji utječu na kakvoću usluge.

5. Zaključak

Proteklih godina u Hrvatskoj raste broj korisnika širokopojasnog pristupa Internetu. Usluge ugovaraju sa jednim ili više operatora, sukladno oglašenim paketima i tarifnim modelima koji operatori definiraju sukladno Zakonu o elektroničkim komunikacijama.

Svjesni velikog broja uzročnika različitih izvora koji utječu na kakvoću usluge širokopojasnog pristupa, već se duže vrijeme korisnici služe različitim alatima dostupnim na Internetu kako bi provjerili kakvoću veze koju ugovaraju. Temeljem prikupljenih rezultata mjerenja, ali i bez provođenja mjerenja, korisnici koji smatraju da je usluga koju imaju lošija od usluge koju su očekivali potpisivanjem ugovora, imaju mogućnost uložiti prigovore u svrhu poštivanja ugovornih odredbi vezano za kakvoću usluge.

Rezultati razlika u kakvoći usluge nekad su u smanjenoj kakvoći usluge koju pruža operator (na primjer zbog loše kakvoće veze na zadnjoj trasi do lokacije korisnika), ali su nekad i na strani samog korisnika, zbog računala kojeg koristi ili drugih korisnika u lokalnoj mreži koji istovremeno koriste uslugu.

Aplikacija HAKOMetar će izmjeriti brzinu veze te dati korisniku mogućnost slanja rezultata mjerenja u sklopu slanja prigovora na kakvoću usluge.

HAKOMetar prikuplja podatke o korisniku - pretplatniku usluge, o računalu s kojeg se provode mjerenja i okruženju u kojem se računalo nalazi u vrijeme provođenja mjerenja. Zatim mjeri dostupnost i dohvatljivost podataka na referentnom poslužitelju te sadržaja na Internetu. U oba koraka računa se ostvarena brzina prijenosa podataka, pri čemu prvo mjerenje služi isključivo kao referenca u provjeri rezultata (obzirom na mogućnost utjecaja na rezultate kroz preferiranja prometa prema CARNet mreži), a drugo mjerenje predstavlja mjerodavnu procjenu ostvarene brzine i kakvoće usluge. Na temelju podataka prikupljenih kroz tri mjerenja u pet dana u Pravilnikom definiranim terminima, moguće je rezultate obavljenih mjerenja poslati operatorima.

U dokumentu su navedeni preduvjeti koje korisnik treba ostvariti kako bi se provedena mjerenja mogla smatrati mjerodavnima.

6. Literatura i reference

- [1] Pravilnik o načinu i uvjetima obavljanja djelatnosti elektroničkih komunikacijskih mreža i usluga, HAKOM,
http://www.hakom.hr/UserDocsImages/2011/propisi_pravilnici_zakoni/Pravilnik%20o%20načinu%20i%20uvjetima%20obavljanja%20djelatnosti%20elektroničkih%20komunikacijskih%20mreža%20i%20usluga.pdf
- [2] CIX, <http://www.cix.hr/>
- [3] AAI@EDUHR, <http://www.aai.edu.hr/>
- [4] Usluga SuperCARNet <http://www.carnet.hr/supercarnet>
- [5] Usluge DUOCARNet i TrioCARNet Plus, <http://www.carnet.hr/duocarnet>
- [6] Usluga O2CARNet, <http://www.carnet.hr/o2carnet>
- [7] Usluga OKCARNet, <http://www.carnet.hr/okcarnet>
- [8] Usluga MetroCARNet, <http://www.carnet.hr/metrocarnet>
- [9] Dokument o instalaciji JRE, <http://www.java.com/en/download/manual.jsp> (dostupno 03/2014)
- [10] Provjera dostupnosti JRE
<http://www.java.com/en/download/installed.jsp?detect=jre&try=1>
- [11] Electronic Communications Committee, Working Group Numbering and Networks, deliverables
<http://www.cept.org/ecc/groups/ecc/wg-nan/page/wg-nan-approves-three-new-deliverables>
- [12] Pravilnik o izmjenama i dopunama Pravilnika o načinu i uvjetima obavljanja djelatnosti elektroničkih komunikacijskih mreža i usluga
http://www.hakom.hr/UserDocsImages/2013/propisi_pravilnici_zakoni/Pravilnik%20o%20izmjenama%20i%20dopunama%20Pravilnika%20o%20načinu%20i%20uvjetima%20obavljanja%20djelatnosti%20elektroničkih%20komunikacijskih%20mreža%20i%20usluga.pdf