



REPORT 2023

Mjerenje kvalitete usluge

u pokretnim javnim elektroničkim
komunikacijskim mrežama na području
RH za 2023.

NET CHECK

REPORT 2023

UVOD

Specijalizirana tvrtka za telekomunikacije NET CHECK GmbH je za Hrvatsku regulatornu agenciju za mrežne djelatnosti (HAKOM) tijekom siječnja i veljače 2023. provela ispitivanje kvalitete usluga u pokretnim javnim elektroničkim komunikacijskim mrežama na području Republike Hrvatske. Mjernom

kampanjom bilo je obuhvaćeno 29 gradova te 3900 km cesta i autocesta u RH. Testiranje je provedeno na prostoru na kojemu je nastanjeno približno dva milijuna stanovnika, odnosno preko 50 posto ukupne populacije RH.



REPORT 2023

UVOD

Mjerenja su obavljena pomoću drive test sustava gdje je mjerna oprema smještena na krovu vozila. Prilikom izvođenja testova prikupljaju se podaci o performansama govornih (voice) i podatkovnih (data) usluga. Ovakav pristup omogućava mjerenje performansi za sva tri operatora u pokretnim javnim elektroničkim komunikacijskim mrežama istovremeno na istim lokacijama.

Mjerna oprema korištena prilikom testiranja je Rohde & Schwarz - SwissQual Benchmark II. Za testiranje performansi govornih i podatkovnih usluga korišteni su pametni telefoni Samsung Galaxy S21+. Prilikom testiranja prikupljeno je oko 2.500 uzoraka za govorne usluge te preko 24.000 uzoraka za podatkovne usluge po svakom operatoru.

	Govorne usluge Voice	Podatkovne usluge Data
MOBILNI UREĐAJ DEVICE	Samsung S21+5G	
VRSTE RUTA ROUTE TYPE	Gradovi, autoceste i ostale ceste Cities and Connecting Roads	
BROJ UZORAKA SAMPLE COUNT	~ 2500 per operator	~ 24000 per operator
SCENARIJ ISPITIVANJA TEST CASE SCENARIO	Max Call Setup Time: 30 [s] Call duration: 120s [s] Call window: 155 [s] Call mode: VoLTE preferred Speech quality: POLQA WB Scenario: 2 x VoLTE preferred + 3xMultiRAB + 1 x What's app call	HTTP time based: FDTT DL 10 [s] /UL UDP FDTT 10 [s] HTTP file based: FDFS DL/UL (10MB/5MB) Facebook YouTube 4K (livestream) Browsing static and dynamic (Kepler as static, and dynamic based on Alexa ranking)



REPORT 2023

METODOLOGIJA

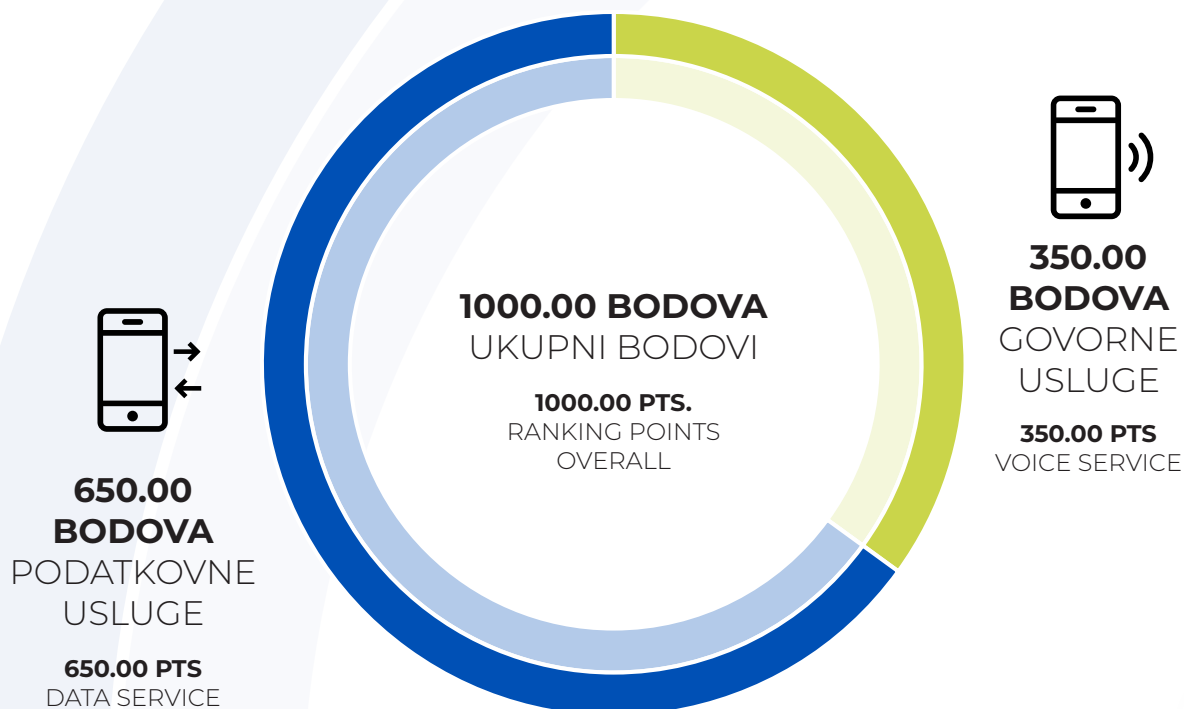
NET CHECK metodologija za evaluiranje pokretnih javnih elektroničkih komunikacijskih mreža koja je korištena i prilikom evaluacije operatora u Hrvatskoj, dokazana je tijekom godina u različitim zemljama i kod različitih operatora u pokretnim javnim elektroničkim komunikacijskim mrežama. Inovativni koncept konstantno se unaprjeđuje sukladno sadašnjim i budućim tehničkim zahtjevima telekom industrije, što je čini vodećom metodologijom.

Primjenom NET CHECK metodologije evaluacije pruža se sveobuhvatan pregled performansi mreža. Prikaz se temelji na različitim modulima i omogućava izravnu usporedbu operatora.

Mjereći različite KPI-jeve (Key performance Indicator, ključni pokazatelj izvrsnosti) za govorne i podatkovne usluge, cilj NET CHECK-a je bio predstaviti stvarno iskustvo, onako kako ga korisnici doživljavaju prilikom korištenja mreže pokretnih komunikacija.

Ukupan broj bodova koje operator može osvojiti je 1000. Podijeljeno prema uslugama, maksimalan broj bodova za govorne usluge je 350 bodova, a za podatkovne 650 bodova.

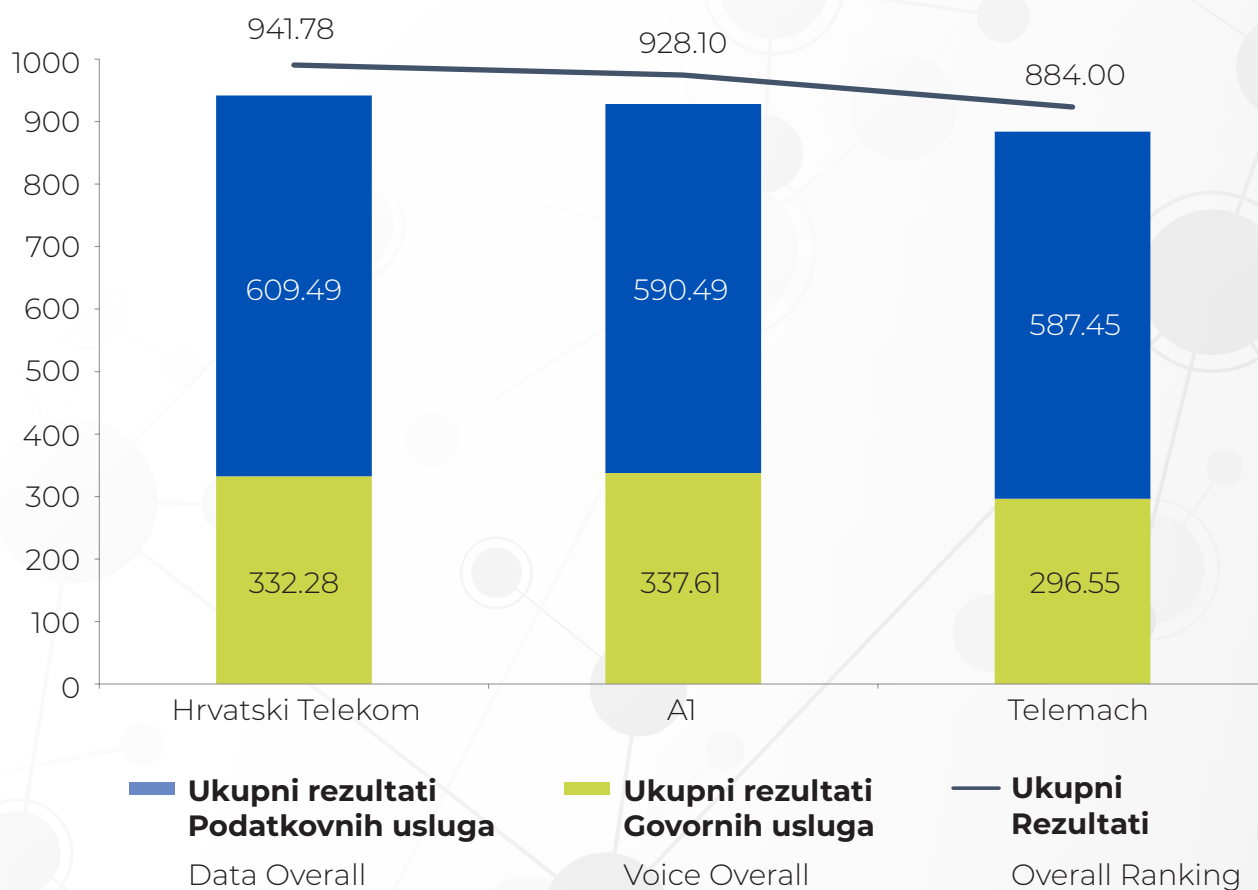
Mrežni operator dobiva bodove za rangiranje na temelju izmjerene KPI vrijednosti. Za svaki KPI u svakom izmjenom modulu unaprijed smo definirali četiri vrijednosti koje se koriste u formulama za izračun dodijeljenih bodova za rangiranje.



REPORT 2023

UKUPNI REZULTATI

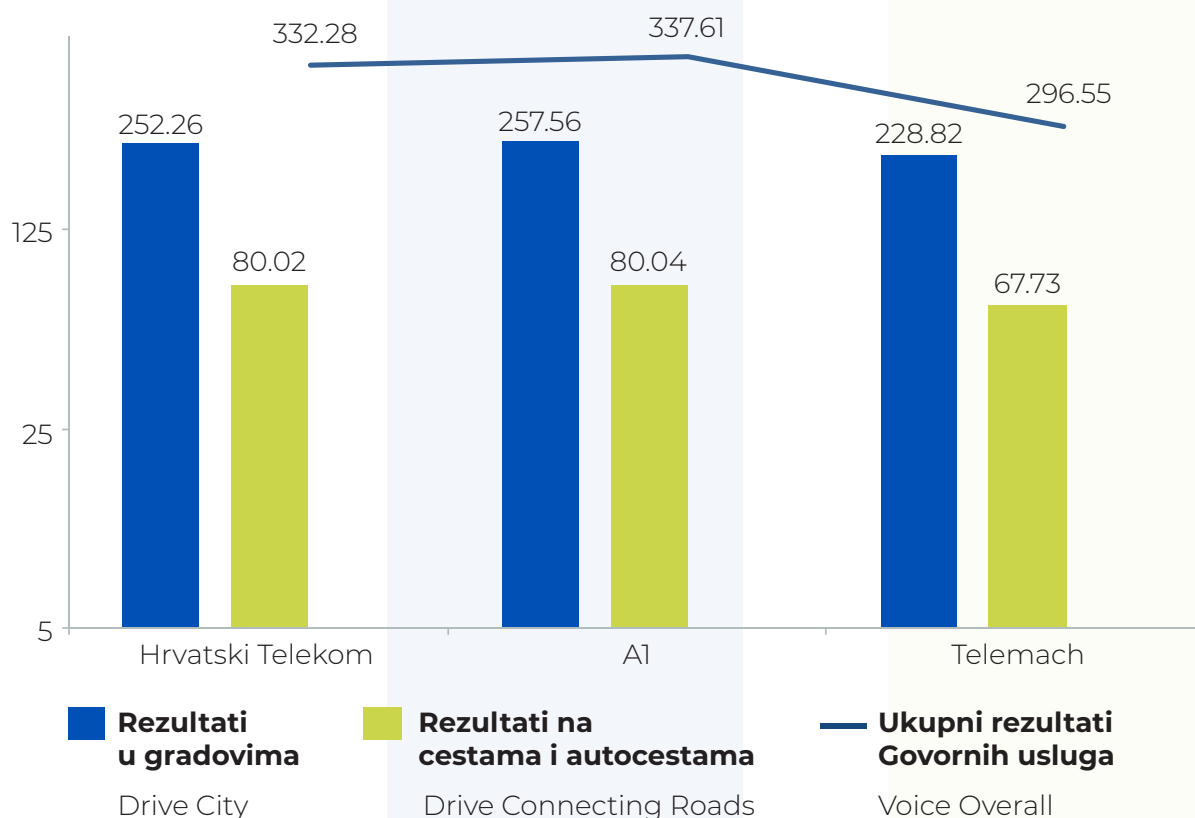
Najbolji ukupni rezultat na testu mreža pokretnih komunikacija pokazao je Hrvatski Telekom s ukupno osvojenih 942 boda, a slijedi AI Hrvatska sa ukupno 928 osvojenih bodova. Telemach je zauzeo treću poziciju s ukupno 884 boda, što je 58 bodova zaostatka za Hrvatskim Telekomom te 44 boda iza AI Hrvatska.



REPORT 2023

REZULTATI GOVORNIH USLUGA

Ako gledamo govorne usluge i rezultate koji su izmjereni u gradovima i na cestama, Hrvatski Telekom i A1 Hrvatska imaju slične rezultate na cestama, ali A1 Hrvatska ipak pokazuje bolje performanse u gradovima, što u konačnici za A1 Hrvatska osigurava najveći broj bodova za govorne usluge. Telemach zaostaje za A1 i Hrvatskim Telekomom te je na trećem mjestu.



REPORT 2023

GRADOVI I CESTE

REZULTATI GOVORNIH USLUGA

Ključni pokazatelj performansi

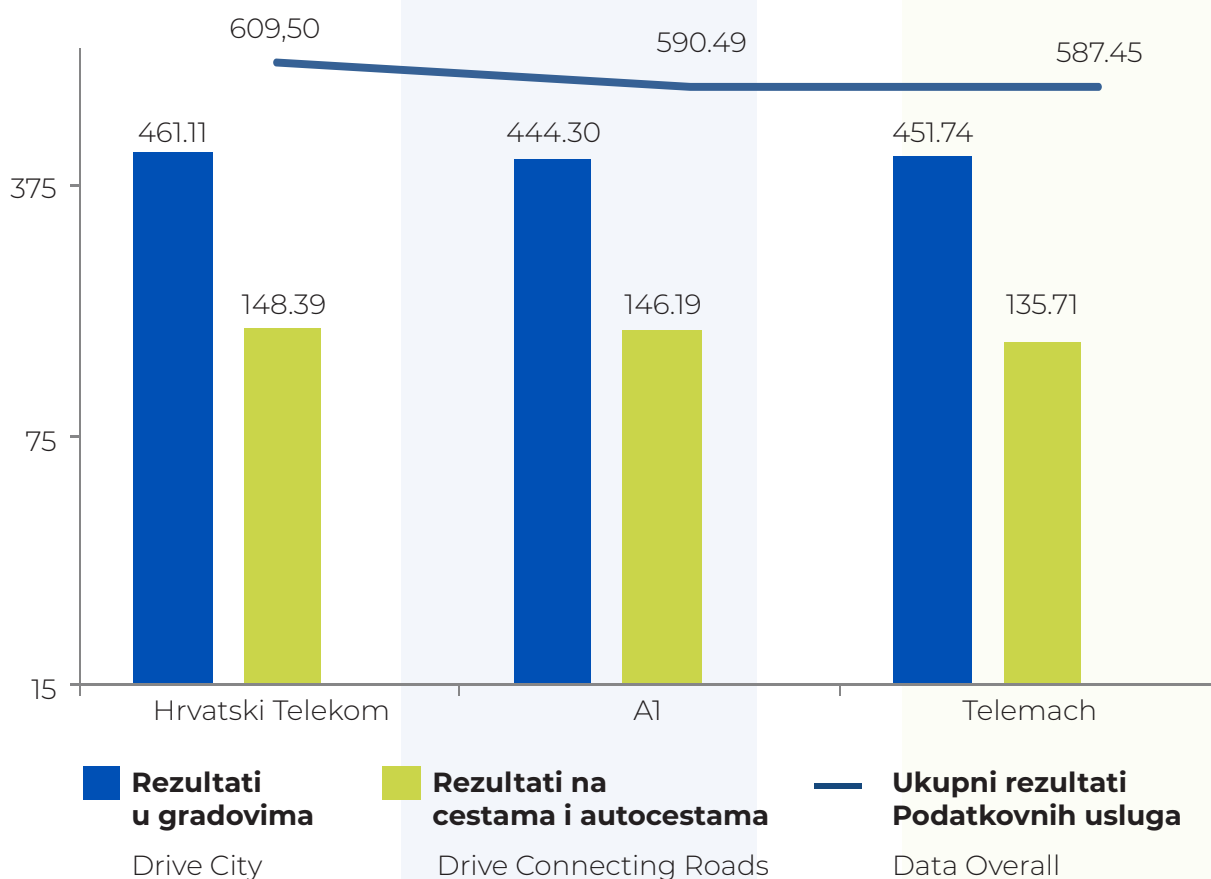
Ranking identifiers

Ključni pokazatelj performansi Ranking identifiers	HRVATSKI TELEKOM	A1 HRVATSKA	TELEMACH	HRVATSKI TELEKOM	A1 HRVATSKA	TELEMACH
	Rezultati u gradovima DRIVE - CITY			Rezultati na cestama i autocestama DRIVE - CONNECTING ROADS		
	CLASSIC CALLS					
CALL SETUP SUCCESS RATIO	99,83%	100,00%	99,75%	98,90%	99,08%	97,97%
DROPPED CALL RATIO	0,08%	0,08%	0,17%	0,56%	0,56%	1,13%
AVG CALL SETUP TIME	3,45 [s]	3,61 [s]	6,34 [s]	3,58 [s]	3,82 [s]	6,66 [s]
CALL SETUP TIME > 15 s RATIO	0,08%	0,00%	1,27%	0,19%	0,19%	1,13%
POLQA < 1.6 RATIO	0,19%	0,24%	1,29%	0,45%	0,37%	1,49%
POLQA AVG MOS	4,38 [MOS]	4,40 [MOS]	3,46 [MOS]	4,31 [MOS]	4,35 [MOS]	3,34 [MOS]
DISTURBED CALL RATIO	0,00%	0,00%	0,17%	0,00%	0,18%	0,55%
IMPAIRED CALL RATIO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
WHATSAPP CALLS						
CALL SETUP SUCCESS RATIO	98,53%	100,00%	99,64%	99,21%	99,20%	100,00%
DROPPED CALL RATIO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
POLQA < 1.6 CRATION	0,19%	0,11%	0,48%	0,40%	0,49%	2,50%
POLQA_AVG_MOS	4,51 [MOS]	4,55 [MOS]	4,46 [MOS]	4,52 [MOS]	4,52 [MOS]	4,34 [MOS]
DISTURBED_CALL_RATIO	0,00%	0,00%	0,36%	0,00%	0,00%	0,80%
IMPAIRED_CALL_RATIO	0,00%	0,00%	0,36%	0,00%	0,00%	1,60%
Multi RAB DATA						
Multi RAB DATA_SUCCESS_RATIO	99,10%	100,00%	89,55%	99,67%	99,03%	83,61%

REPORT 2023

REZULTATI PODATKOVNIH USLUGA

Kod usluga podatkovnog prijenosa Hrvatski Telekom i AI imaju slične rezultate na cestama, ali ovaj put bolje rezultate u gradovima postigao je Hrvatski Telekom, što osigurava najveći broj bodova u uslugama podatkovnog prijenosa. Iako je Telemach ostvario bolji rezultat u gradovima od AI Hrvatska, zbog znatno slabijeg rezultata na cestama, i u ovoj kategoriji nalazi se na trećem mjestu.



REPORT 2023

GRADOVI I CESTE

REZULTATI PODATKOVNIH USLUGA

Ključni pokazatelj performansi

Ranking identifiers

Ključni pokazatelj performansi Ranking identifiers	HRVATSKI TELEKOM	A1 HRVATSKA	TELEMACH	HRVATSKI TELEKOM	A1 HRVATSKA	TELEMACH
	Rezultati u gradovima DRIVE - CITY			Rezultati na cestama i autocestama DRIVE - CONNECTING ROADS		
HTTP TRANSFER - FDFS DL (10MB)						
HTTP_TRANSFER_FDFS_DL_SUCCESS_RATIO	98,90%	99,57%	99,22%	98,82%	99,82%	97,23%
HTTP TRANSFER - FDFS UL (5MB)						
HTTP_TRANSFER_FDFS_UL_SUCCESS_RATIO	99,37%	99,74%	99,61%	99,33%	98,95%	95,83%
HTTP TRANSFER - FDTT DL (10 seconds)						
HTTP_TRANSFER_FDTT_DL_MDR_P10	63,80 [Mbit/s]	31,06 [Mbit/s]	48,32 [Mbit/s]	19,69 [Mbit/s]	24,49 [Mbit/s]	16,12 [Mbit/s]
HTTP_TRANSFER_FDTT_DL_MDR_AVG	405,88 [Mbit/s]	249,48 [Mbit/s]	277,78 [Mbit/s]	158,79 [Mbit/s]	134,11 [Mbit/s]	127,30 [Mbit/s]
HTTP_TRANSFER_FDTT_DL_MDR_P90	786,62 [Mbit/s]	594,88 [Mbit/s]	451,59 [Mbit/s]	438,02 [Mbit/s]	345,12 [Mbit/s]	291,88 [Mbit/s]
UDP - FDTT UL (10 seconds)						
UDP_FDTT_UL_MDR_P10	22,04 [Mbit/s]	12,83 [Mbit/s]	30,74 [Mbit/s]	9,52 [Mbit/s]	6,84 [Mbit/s]	5,92 [Mbit/s]
UDP_FDTT_UL_MDR_AVG	82,63 [Mbit/s]	54,17 [Mbit/s]	78,24 [Mbit/s]	44,52 [Mbit/s]	38,37 [Mbit/s]	47,89 [Mbit/s]
UDP_FDTT_UL_MDR_P90	149,54 [Mbit/s]	109,64 [Mbit/s]	126,99 [Mbit/s]	85,41 [Mbit/s]	72,09 [Mbit/s]	89,22 [Mbit/s]
HTTP BROWSING (Web Browsing)						
HTTP_BROWSING_TIME_TO_1MB	1255,32 [ms]	1908,60 [ms]	1488,48 [ms]	1373,75 [ms]	1771,62 [ms]	1802,31 [ms]
HTTP_BROWSING_SUCCESS_RATIO	99,60%	95,46%	99,19%	99,32%	97,30%	96,93%
VIDEO STREAM (Youtube live stream 4k)						
VIDEO_STREAM_SUCCESS_RATIO	99,52%	99,83%	98,05%	99,50%	99,13%	97,93%
VIDEO_STREAM_TTFP >= 10 s RATIO	0,08%	0,86%	0,08%	0,17%	0,35%	0,18%
VIDEO_STREAM_IRRITATING_EXPIRIENCE_RATIO	0,56%	0,17%	0,17%	0,17%	0,17%	0,88%
FACEBOOK - FDFS UL						
FACEBOOK_FDFS_UL_SUCCESS_RATIO	96,97%	100,00%	99,69%	96,53%	99,83%	98,97%
FACEBOOK_FDFS_UL_TRANSFER_TIME_AVG	4,79 [s]	5,11 [s]	4,93 [s]	5,00 [s]	5,28 [s]	5,42 [s]

REPORT 2023

VELIKI GRADOVI

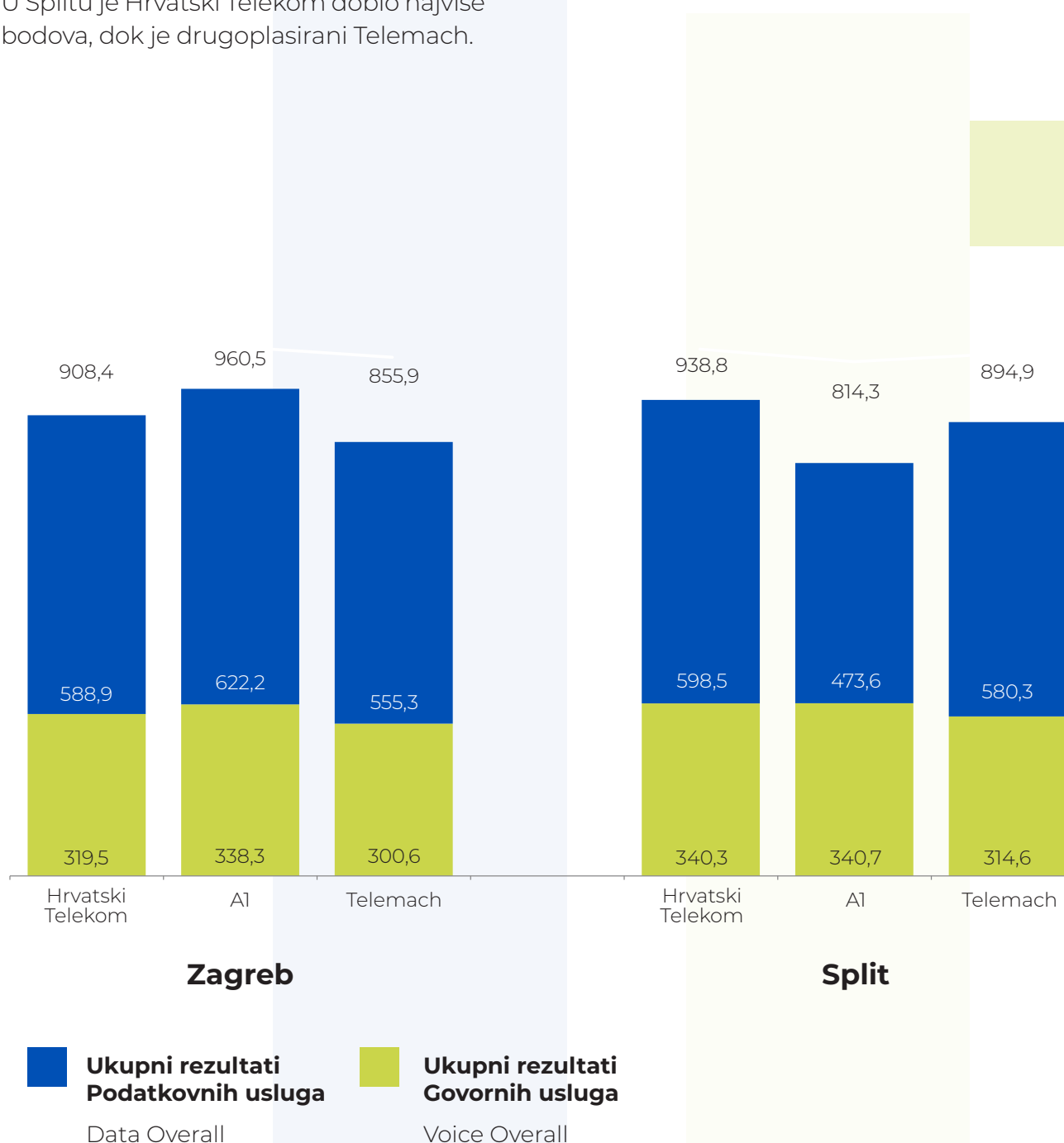
Osim rangiranja operatora na razini Republike Hrvatske, rangirali smo ih i u odnosu kvalitete usluge u četiri velika grada, koristeći istu metodologiju.

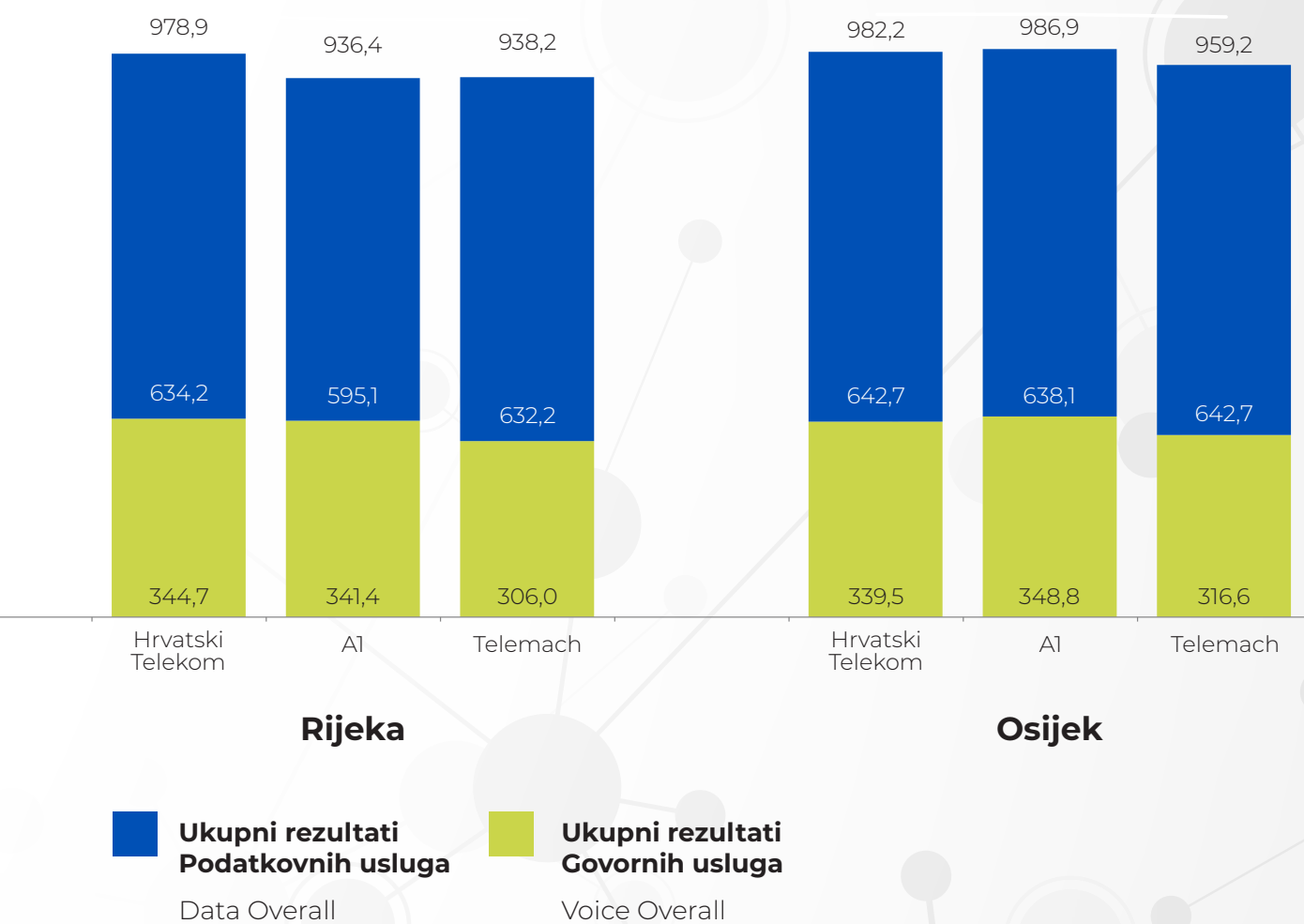
Najveći broj bodova u Zagrebu dobio je A1 Hrvatska, dok je drugoplasirani Hrvatski Telekom.

U Splitu je Hrvatski Telekom dobio najviše bodova, dok je drugoplasirani Telemach.

U Rijeci je situacija ista kao i u Splitu. Hrvatski Telekom ima najviše bodova, a Telemach je drugoplasirani.

U Osijeku svi operatori pokazuju odlične rezultate, ali A1 Hrvatska ima najveći broj bodova, dok je Hrvatski Telekom na drugom mjestu.





TUMAČ KORIŠTENIH KRATICA

KLJUČNI POKAZATELJ PERFORMANSI

Ranking identifiers	Ključni pokazatelj performansi
CLASSIC CALLS	Klasični govorni pozivi
CALL SETUP SUCCESS RATIO	Postotak uspješno uspostavljenih poziva
DROPPED CALL RATIO	Postotak puknutih (prekinutih) poziva
AVG_CALL_SETUP_TIME	Prosječno vrijeme uspostave poziva
CALL_SETUP_TIME > 15 s RATIO	Postotak uspješno uspostavljenih poziva, gdje uspostava poziva traje više od 15 sekundi
POLQA < 1.6 RATIO	Postotak poziva gdje je kvalitet govornog signala (MOS) manji od 1.6
POLQA_AVG_MOS	Prosječna vrijednost govornog signala
DISTURBED_CALL_RATIO	Prototak poziva gdje je za tri ili više uzastopnih uzoraka (od ukupno deset) za mjerenje kvalitete govora, kvaliteta manja od 1.6
IMPAIRED_CALL_RATIO	Prototak poziva gdje je za pet uzoraka (od ukupno deset) za mjerenje kvalitete govora, kvaliteta manja od 1.6
WHATSAPP CALLS	WhatsApp pozivi
CALL SETUP SUCCESS RATIO	Postotak uspješno uspostavljenih poziva
DROPPED CALL RATIO	Postotak puknutih (prekinutih) poziva
POLQA < 1.6 CRATION	Postotak poziva gdje je kvalitet govornog signala (MOS) manji od 1.6
POLQA_AVG_MOS	Prosječna vrijednost govornog signala
DISTURBED_CALL_RATIO	Prototak poziva gdje je za tri ili više uzastopnih uzoraka (od ukupno deset) za mjerenje kvalitete govora, kvaliteta manja od 1.6
IMPAIRED_CALL_RATIO	Prototak poziva gdje je za pet uzoraka (od ukupno deset) za mjerenje kvalitete govora, kvaliteta manja od 1.6
Multi RAB DATA	Istovremeno testiranje podatkovnih i govornih usluga
Multi RAB DATA_SUCCESS_RATIO	Postotak uspješno obavljenih prijenosa podataka za vrijeme trajanja govorne usluge
DOWNLOAD (File Size 10MB)	Preuzimanje datoteka (file-a) male veličine - 10MB
HTTP TRANSFER FDFS DL SUCCESS RATIO	Postotak uspješno obavljenih testova za prijenos podataka
UPLOAD (File Size 5MB)	Slanje datoteke (file-a) male veličine - 5MB
HTTP TRANSFER FDFS UL SUCCESS RATIO	Postotak uspješno obavljenih testova za slanje podataka
DOWNLOAD (Test Duration 10 seconds)	Preuzimanje datoteka (file-a) u zadanom vremenu - 10 sekundi
HTTP TRANSFER FDTT DL MDR P10	10% ukupno izmjerenih testova sporije od (MB)
HTTP TRANSFER FDTT DL MDR AVG	Prosječna brzina preuzimaja datoteke (MB)
HTTP TRANSFER FDTT DL MDRP90	90% ukupno izmjerenih testova sporije od (MB)
UPLOAD (Test Duration 10 seconds)	Slanje datoteka (file-a) u zadanom vremenu - 10 sekundi
UDP FDTT UL MDR P10	10% ukupno izmjerenih testova sporije od (MB)
UDP FDTT UL MDR AVG	Prosječna brzina slanja datoteke (MB)
UDP FDTT UL MDR P90	90% ukupno izmjerenih testova sporije od (MB)
BROWSING (Web Browsing)	Pregledavanje internetskih stranica
HTTP BROWSING TIME TO 1MB	Vrijeme potrebno za otvaranje stranice veličine 1MB
HTTP BROWSING SUCCESSRATIO	Postotak uspješno obavljenih testova pregledavanja internetskih stranica
VIDEO STREAM (Youtube live stream 4k)	Prijenos videa visoke rezolucije - Youtube test
VIDEO STREAM SUCCESS RATIO	Postotak uspješno obavljenih testova prijenosa videa
VIDEO STREAM TTTP >= 10 s RATIO	Postotak testova u kojem je prikaz videa počeo za deset ili više sekundi
VIDEO STREAM IRRITATING EXPIRIENCE RATIO	Postotak testova sa znatno umanjenom kvalitetom video prijenosa
FACEBOOK - (Picture Upload)	Facebook test - slanje slike
FACEBOOK FDFS UL SUCCESS RATIO	Postotak uspješno obavljenih testova slanja slike
FACEBOOK FDFS UL TRANSFER TIME AVG	Prosječno vrijeme slanje slike

REPORT 2023

OSVRT NA MJERENJA

Mjerenje kvalitete usluge u pokretnim javnim elektroničkim uslugama pokazalo je da su ukupne performanse mreža hrvatskih operatera na jednakoj razini kao i kod ostalih europskih operatera.

Nešto slabiji ukupni rezultat vidljiv je kod Telemach-a, uglavnom zbog nedostatka govorne usluge koja se ostvaruje preko mreže četvrte generacije (VoLTE - Voice over LTE (4G)).

Mreža Hrvatskog Telekoma na testu je pokazala najbolje performanse kad se promatra usluga podatkovnog prijenosa podataka te je ostvarila 19 bodova više od A1 i preko 20 bodova više od Telemach-a.

Najbolje rezultate, kad je riječ o govornim uslugama, pokazao je A1, koji ima pet bodova više od Hrvatskog Telekoma te preko 40 bodova više od Telemach-a. S obzirom na daljnji razvoj mreža i uvođenje 5G-a, bit će zanimljivo vidjeti sljedeće rezultate testiranja mobilnih mreža na području Republike Hrvatske kao i promjene koje će uslijediti.





NET CHECK

NET CHECK GmbH

Ella-Barowsky-Straße 45-47, 10829 Berlin
tel.: +49 30 303080 600 · fax: +49 30 303080 668
email: info@netcheck.de