

ΑΝΑΦΟΡΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ «ΥΠΕΡΙΩΝ» 2020

Αποτελέσματα μετρήσεων στο σύστημα
αποτίμησης ποιότητας ευρυζωνικών συνδέσεων
«ΥΠΕΡΙΩΝ»

ΕΘΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΚΑΙ ΤΑΧΥΔΡΟΜΕΙΩΝ

Μάρτιος 2021

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1	Εισαγωγή	3
2	Συντήρηση και αναβάθμιση της πλατφόρμας ΥΠΕΡΙΩΝ	3
3	Αριθμός μετρήσεων εγγεγραμμένων χρηστών	4
4	Στατιστικά απόδοσης δικτύων	6
4.1	Προεπεξεργασία δεδομένων	7
4.2	Βασικές μετρικές απόδοσης	8
4.3	Κατανομή ταχυτήτων	11
4.4	Ταχύτητες ανά Περιφέρεια	12
4.5	Ταχύτητες ανά Πάροχο	13
4.6	Ταχύτητες και ποσοστά ονομαστικών ταχυτήτων που επιτυγχάνονται ανά πακέτο	14
4.7	Ταχύτητες σε ώρες αιχμής – μη αιχμής	14
4.8	Εξέλιξη μέσης ταχύτητας ανά εβδομάδα	16
5	Συμπεράσματα	16
	Παράρτημα I: Αρίθμηση εβδομάδων 2020	18

1 Εισαγωγή

Στην παρούσα αναφορά παρουσιάζονται στατιστικά βάσει των μετρήσεων των εγγεγραμμένων χρηστών της πλατφόρμας μέτρησης ευρυζωνικών χαρακτηριστικών ΥΠΕΡΙΩΝ (<https://hyperiontest.gr>) για το έτος 2020.

Μέσω της πλατφόρμας ΥΠΕΡΙΩΝ, οι χρήστες μπορούν να κάνουν μετρήσεις της ποιότητας σύνδεσης στο διαδίκτυο, χρησιμοποιώντας το εργαλείο NDT (Network Diagnostic Tool) του Measurement Lab (M-Lab)¹. Η ΕΕΤΤ από το 2011 λειτουργεί κόμβο του M-Lab στο GR-IX (Greek Internet Exchange) στην Αθήνα, το οποίο αποτελεί κεντρικό και ουδέτερο σημείο διασύνδεσης, επιτρέποντας την αντικειμενικότερη εκτίμηση της απόδοσης των δικτύων.

Τα στατιστικά που παρουσιάζονται αφορούν στις συνδέσεις εμπορικών παρόχων υπηρεσιών πρόσβασης στο Διαδίκτυο, μέσω σταθερού δικτύου πρόσβασης οποιασδήποτε τεχνολογίας (συμπεριλαμβανομένων δορυφορικών συνδέσεων και συνδέσεων σταθερής ασύρματης πρόσβασης). Συγκεκριμένα, για το 2020 περιέχονται μετρήσεις χρηστών των εξής παρόχων: ΟΤΕ (Cosmote), Forthnet (Nova), Vodafone, Wind, HCN (Hellenic Cable Networks), INALAN.

Τα στατιστικά υπολογίζονται βάσει των μετρήσεων των εγγεγραμμένων χρηστών, στις οποίες εφαρμόζονται έλεγχοι ορθότητας πριν την εισαγωγή τους στη βάση δεδομένων, με σκοπό τη μείωση των λαθών. Συγκεκριμένα, οι μετρήσεις δεν καταγράφονται όταν:

- Η διεύθυνση IP του χρήστη δεν αντιστοιχεί σε εμπορικό πάροχο υπηρεσιών σταθερής πρόσβασης στο Διαδίκτυο, ή όταν ο πάροχος που έχει δηλώσει ο χρήστης διαφέρει από τον πάροχο που προκύπτει με βάση τη διεύθυνση IP
- Η μετρούμενη ταχύτητα είναι μεγαλύτερη από την ονομαστική ταχύτητα του χρήστη
- Ο εξυπηρετητής μετρήσεων δεν βρίσκεται στην Ελλάδα²

Στην πλειοψηφία τους, τα στατιστικά που παρουσιάζονται αφορούν στο σύνολο των μετρήσεων στην επικράτεια. Ωστόσο, παρουσιάζονται και ορισμένα πιο λεπτομερή στατιστικά ανά διοικητική περιφέρεια και ανά πάροχο.

Τα πρωτογενή δεδομένα στα οποία βασίστηκε η έρευνα είναι ελεύθερα διαθέσιμα στο <https://hyperiontest.gr/?action=opendata>.

2 Συντήρηση και αναβάθμιση της πλατφόρμας ΥΠΕΡΙΩΝ

Στις αρχές του 2020 ολοκληρώθηκε μια σημαντική αναβάθμιση της πλατφόρμας του M-Lab, συμπεριλαμβανόμενου του εργαλείου NDT³. Η αναβάθμιση περιέλαβε μια σειρά από αλλαγές, όπως η αλλαγή από Web100 σε TCP_INFO για την αναλυτική καταγραφή των TCP παραμέτρων των μετρήσεων, η αλλαγή από TCP Reno σε TCP Cubic Congestion Control, καθώς και κάποιες αλλαγές στον τρόπο υπολογισμού των μετρικών του NDT. Ειδικότερα, η καθυστέρηση υπολογίζεται πλέον ως

¹ <https://www.measurementlab.net/tests/ndt/>

² Το M-Lab πραγματοποιεί αυτόματη επιλογή του εξυπηρετητή μετρήσεων, ανάλογα με την απόσταση και το φορτίο. Σε σπάνιες περιπτώσεις, είναι δυνατόν για χρήστες από την Ελλάδα να επιλεγεί εξυπηρετητής σε άλλη χώρα.

³ <https://www.measurementlab.net/blog/the-platform-has-landed/>

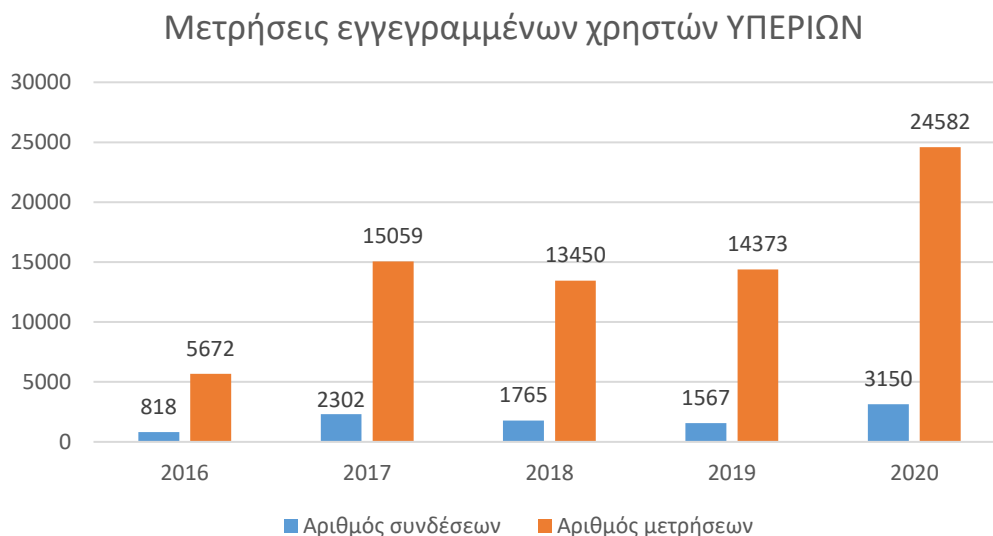
η ελάχιστη τιμή RTT (Round Trip Time) των πακέτων που στέλνονται κατά τη μέτρηση (αντί της μέσης τιμής RTT που υπολογιζόταν μέχρι πρότινος), ενώ το ποσοστό απωλειών πακέτων προσεγγίζεται πλέον από το ποσοστό των bytes που επαναμεταδόθηκαν.

Οι ανωτέρω αλλαγές είχαν ως αποτέλεσμα προβλήματα στην καταγραφή των μετρήσεων του ΥΠΕΡΙΩΝ έως τις αρχές Μαρτίου 2020, κυρίως ως προς τις παραμέτρους της καθυστέρησης και του ποσοστού απωλειών πακέτων (οι τιμές αυτών των παραμέτρων καταγράφονταν ως μηδενικές). Κατά την επεξεργασία των μετρήσεων για τον υπολογισμό των στατιστικών απόδοσης αφαιρέθηκαν οι μηδενικές αυτές τιμές. Επίσης, οι αλλαγές στον τρόπο μέτρησης είχαν ως αποτέλεσμα διαφοροποιήσεις στις τιμές της καθυστέρησης, της διακύμανσης της καθυστέρησης, και του ποσοστού απωλειών πακέτων σε σχέση με προηγούμενα έτη, που αναλύονται περαιτέρω στην Ενότητα 4.2.

Τέλος, το Μάιο του 2020 προστέθηκε νέα ενότητα με τίτλο: «Καταχωρημένοι πάροχοι» στο δικτυακό τόπο του ΥΠΕΡΙΩΝ⁴. Στην ενότητα αυτή περιέχεται λίστα των παρόχων που έχουν καταχωρισθεί στην πλατφόρμα, των ονομαστικών ταχυτήτων και των τεχνολογιών σύνδεσης, καθώς και οδηγίες καταχώρισης νέων παρόχων.

3 Αριθμός μετρήσεων εγγεγραμμένων χρηστών

Στην περίοδο 01.01.2020 – 31.12.2020 καταγράφηκαν 24582 μετρήσεις από 3150 συνδέσεις εγγεγραμμένων χρηστών (βλ. Σχήμα 1)⁵.



Σχήμα 1. Εξέλιξη αριθμού μετρήσεων εγγεγραμμένων χρηστών του ΥΠΕΡΙΩΝ και του αριθμού των μοναδικών συνδέσεων από τις οποίες πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις.

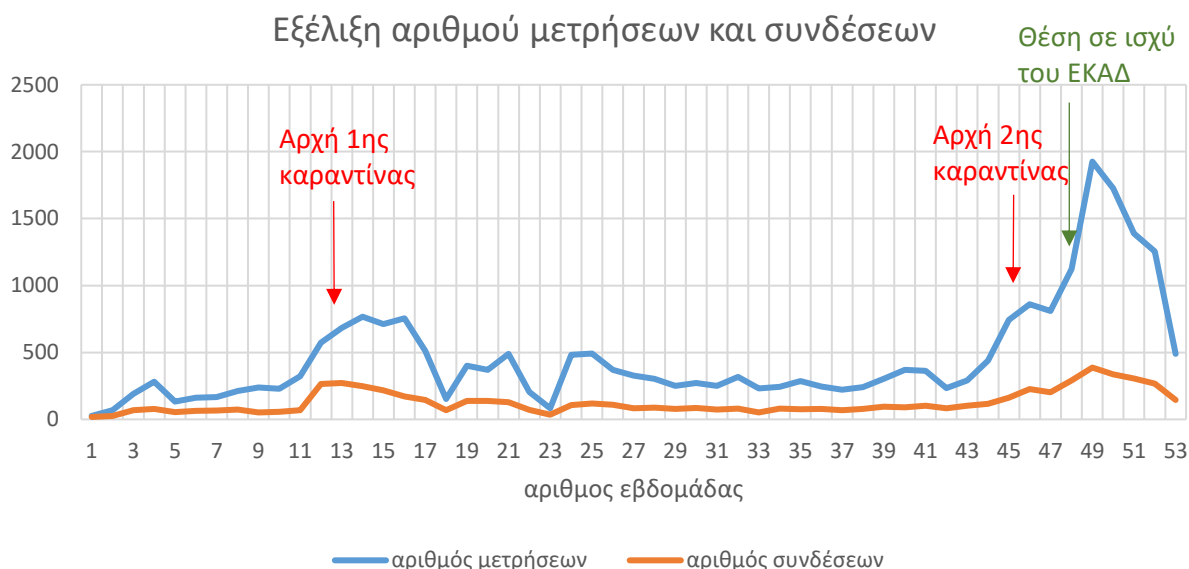
Σημειώθηκε πολύ μεγάλη αύξηση σε σχέση με τα προηγούμενα έτη (71% σε σχέση με το 2019). Κατά κύριο λόγο, η αύξηση αποδίδεται στη θέση σε εφαρμογή του Εθνικού Κανονισμού Ανοικτού

⁴ https://hyperiontest.gr/?action=Registered_providers

⁵ Ο αριθμός των συνδέσεων μπορεί να είναι μεγαλύτερος από τον αριθμό χρηστών που έκαναν μετρήσεις, καθώς κάθε χρήστης μπορεί να έχει περισσότερες από μία συνδέσεις (π.χ. για το σπίτι, το εξοχικό).

Διαδικτύου (ΕΚΑΔ)⁶, στον οποίο προβλέπεται ο έλεγχος της ταχύτητας από τους ίδιους τους συνδρομητές, και η υποχρέωση των παρόχων για αποζημιώσεις, σε περίπτωση αποκλίσεων από την ταχύτητα που αναφέρεται στους όρους της σύμβασης. Κατά δεύτερο λόγο, η αύξηση του ενδιαφέροντος των χρηστών για την ποιότητα της ευρυζωνικής τους πρόσβασης και τη διενέργεια σχετικών μετρήσεων, εκτιμάται ότι οφείλεται στα περιοριστικά μέτρα για την αντιμετώπιση της πανδημίας του κορωνοϊού στην Ελλάδα, λόγω των οποίων αυξήθηκε σημαντικά η χρήση του Διαδικτύου για απαιτητικές σε εύρος ζώνης εργασίες, όπως τηλεργασία, τηλεεκπαίδευση, αλλά και διασκέδαση (παιχνίδια, βίντεο).

Στο Σχήμα 2 φαίνεται ο αριθμός των μετρήσεων και μοναδικών συνδέσεων από τις οποίες έγιναν μετρήσεις ανά εβδομάδα, για το έτος 2020. Στο σχήμα φαίνεται εμφανώς η αύξηση των μετρήσεων και συνδέσεων που έκαναν μετρήσεις από την αρχή της 1^{ης} και 2^{ης} καραντίνας (στις 23 Μαρτίου και 7 Νοεμβρίου 2020, αντίστοιχα), και η πολύ μεγαλύτερη αύξηση μετά τη θέση σε ισχύ των διατάξεων του ΕΚΑΔ για τα σταθερά δίκτυα (25 Νοεμβρίου 2020). Η αρίθμηση των εβδομάδων του 2020 παρατίθεται στο Παράρτημα Ι.



Σχήμα 2. Αριθμός μετρήσεων και συνδέσεων εγγεγραμμένων χρηστών στην πλατφόρμα ΥΠΕΡΙΩΝ ανά εβδομάδα, για το έτος 2020.

Στον Πίνακα 1 φαίνεται ο αριθμός μετρήσεων και των συνδέσεων από τις οποίες έγιναν μετρήσεις, ανά Περιφέρεια. Μεγαλύτερος αριθμός εμφανίζεται, όπως αναμένεται, στις Περιφέρειες Αττικής και Κεντρικής Μακεδονίας.

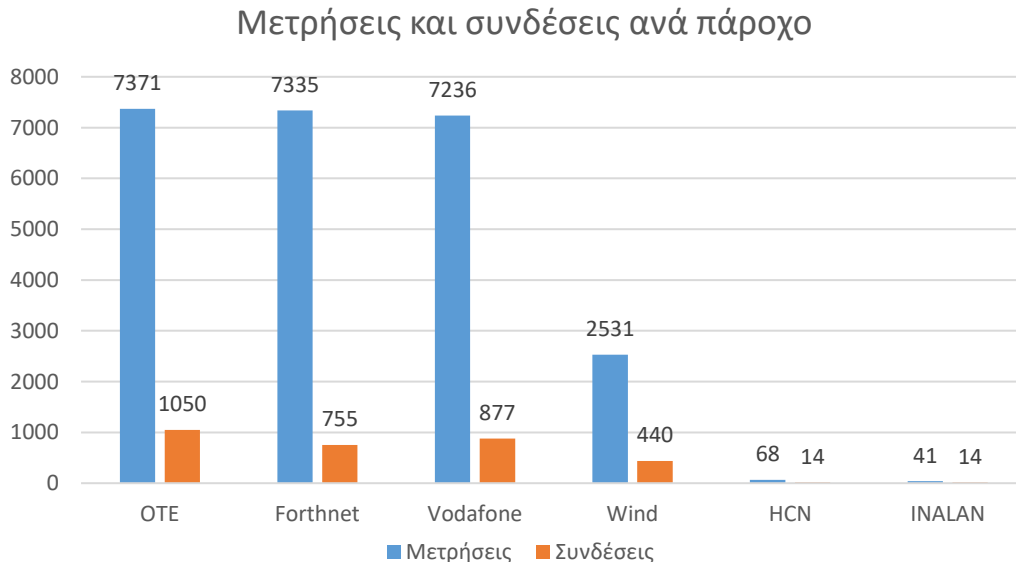
Πίνακας 1. Αριθμός μετρήσεων και συνδέσεων ανά Περιφέρεια

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ	Μετρήσεις	Συνδέσεις
ΑΤΤΙΚΗΣ	13438	1677
ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	4468	534

⁶ ΕΕΤΤ ΑΠ. 876/7Β/17-12-2018, όπως τροποποιήθηκε με τις Αποφάσεις 909/2/30-9-2019, 946/17/13-7-2020.

ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	1030	171
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ	838	105
ΚΡΗΤΗΣ	761	134
ΑΝ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ & ΘΡΑΚΗΣ	731	112
ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	699	105
ΒΟΡΕΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ	589	36
ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	542	57
ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	476	51
ΗΠΕΙΡΟΥ	451	67
ΝΟΤΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ	348	67
ΙΟΝΙΩΝ ΝΗΣΩΝ	211	34

Στο Σχήμα 3 φαίνεται ο αριθμός των μετρήσεων και των συνδέσεων από τις οποίες έγιναν μετρήσεις ανά πάροχο. Τρεις από τους τέσσερις μεγάλους παρόχους (ΟΤΕ, Forthnet, Vodafone) έχουν παρόμοιο αριθμό μετρήσεων και συνδέσεων, ενώ πολύ μικρός αριθμός μετρήσεων και συνδέσεων υπάρχει για τους συνδρομητές των εταιρειών HCN, INALAN.



Σχήμα 3. Αριθμός μετρήσεων και συνδέσεων στον ΥΠΕΡΙΩΝ ανά πάροχο

4 Στατιστικά απόδοσης δικτύων

Στη συνέχεια παρουσιάζονται στατιστικά απόδοσης των δικτύων με βάση τις μετρήσεις του ΥΠΕΡΙΩΝ για το έτος 2020. Αρχικά αναφέρεται η προεπεξεργασία που έγινε για τον καθαρισμό και την διόρθωση ασυνεπειών στα δεδομένα, και στη συνέχεια παρατίθενται τα στατιστικά που εξήχθησαν.

4.1 Προεπεξεργασία δεδομένων

Η προεπεξεργασία των δεδομένων για τον υπολογισμό μετρικών απόδοσης περιέλαβε την αφαίρεση μη έγκυρων μετρήσεων (μετρήσεις που στα πρωτογενή δεδομένα φαίνονταν ως μηδενικές), την διόρθωση ασυνεπειών ως προς τις ονομαστικές ταχύτητες των εγγεγραμμένων χρηστών, και την ομαδοποίηση μετρήσεων από την ίδια σύνδεση.

Όπως αναφέρθηκε στην Ενότητα 2, για τον υπολογισμό των στατιστικών αυτών χρησιμοποιήθηκαν μόνο οι έγκυρες (μη μηδενικές) μετρήσεις που καταγράφηκαν. Από τις 24582 μετρήσεις, έγκυρες τιμές ταχύτητας είχαν οι 24482 (ποσοστό 99.6%), έγκυρες τιμές καθυστέρησης και διακύμανσης καθυστέρησης είχαν οι 22947 (ποσοστό 93.3%), και έγκυρες τιμές ποσοστού απωλειών πακέτων οι 21012 (ποσοστό 85.5%) (βλ. Πίνακα 2).

Πίνακας 2. Αριθμός έγκυρων μετρήσεων και συνδέσεων από τις οποίες έγιναν οι μετρήσεις

Μετρική	Συνδέσεις με τουλάχιστον μία έγκυρη μέτρηση	Έγκυρες Μετρήσεις	Ποσοστό επί των συνολικών μετρήσεων
Ταχύτητα (ροή καθόδου, ροή ανόδου)	3144	24482	99.6%
Καθυστέρηση, διακύμανση καθυστέρησης	2992	22947	93.3%
Ποσοστό απωλειών πακέτων	2872	21012	85.5%

Επίσης, καθώς οι ονομαστικές ταχύτητες των πακέτων δηλώνονται από τους ίδιους τους χρήστες, σε αρκετές περιπτώσεις παρατηρήθηκε δήλωση πακέτων που δεν παρέχει ο πάροχος της εκάστοτε σύνδεσης. Κατά την προεπεξεργασία των δεδομένων, έγινε αντιστοίχιση του πακέτου 50 Mbps DL/ 50 Mbps UL⁷ στο πακέτο 50 Mbps DL/ 5 Mbps UL και του πακέτου 100 Mbps DL/ 100 Mbps UL στο πακέτο 100 Mbps DL/ 10 Mbps UL, όταν ο πάροχος του χρήστη δεν προσέφερε τέτοιο συμμετρικό πακέτο⁸.

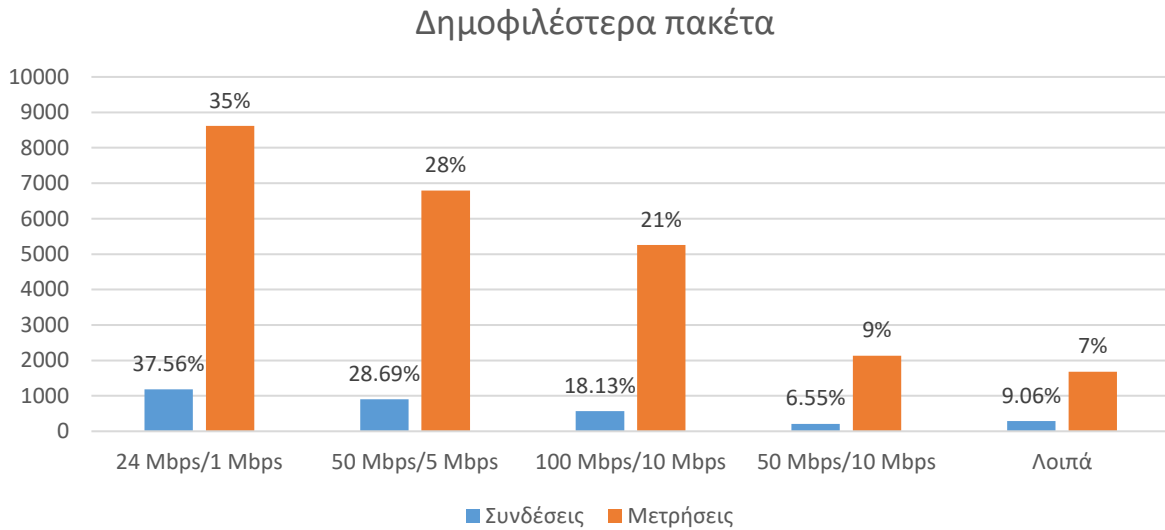
Στο Σχήμα 4 φαίνονται τα δημοφιλέστερα πακέτα των χρηστών του ΥΠΕΡΙΩΝ, μετά τις ανωτέρω διορθώσεις. Πάνω από κάθε στήλη φαίνεται το ποσοστό των συνδέσεων (μετρήσεων) κάθε πακέτου επί των συνολικών συνδέσεων (μετρήσεων). Φαίνεται ότι το πακέτο 24 Mbps DL/ 1 Mbps UL παραμένει το πιο σύνηθες πακέτο μεταξύ των χρηστών του ΥΠΕΡΙΩΝ, ωστόσο υπάρχει πλέον σημαντικός αριθμός χρηστών με πακέτα 50 Mbps DL/ 5 Mbps UL και 100 Mbps DL/ 10 Mbps UL, που μαζί αποτελούν πλέον την πλειοψηφία των πακέτων (για σύγκριση, το ποσοστό των χρηστών του ΥΠΕΡΙΩΝ με το πακέτο 24 Mbps DL/ 1 Mbps UL ήταν 51% το 2019, και 57% το 2018)⁹. Στην κατηγορία

⁷ DL: Downlink (ροή καθόδου), UL: Uplink (ροή ανόδου)

⁸ Τα λάθη αυτά προέρχονται και από τον σχεδιασμό του ΥΠΕΡΙΩΝ, όπου κατά την εγγραφή του χρήστη δεν γίνεται έλεγχος πακέτων ανάλογα με τον πάροχο. Υπάρχει σχεδιασμός ώστε να μπει τέτοιος έλεγχος κατά την επόμενη αναβάθμιση του συστήματος.

⁹ Σχετικά μεγάλος αριθμός συνδρομητών και μετρήσεων υπάρχει και για το πακέτο 50 Mbps DL/ 10 Mbps UL, το οποίο προσφερόταν σε συνδρομητές Cyta, που ανήκουν πλέον στη Vodafone. Το πακέτο αυτό περιλαμβάνεται στα στατιστικά με επιφύλαξη, καθώς ο μεγάλος αριθμός μπορεί επίσης να οφείλεται σε λάθος δήλωση των χρηστών.

«Λοιπά» υπάρχουν διάφορα άλλα πακέτα με χαμηλό αριθμό χρηστών (30 Mbps/3 Mbps, 200 Mbps/20 Mbps, κ.α.).



Σχήμα 4. Δημοφιλέστερα πακέτα, με βάση τις μετρήσεις των εγγεγραμμένων χρηστών του ΥΠΕΡΙΩΝ για το 2020. Πάνω από κάθε στήλη αναγράφεται και το αντίστοιχο ποσοστό, επί του συνόλου των μετρήσεων ή συνδέσεων.

Σημειώνεται ότι τα ποσοστά συνδέσεων και μετρήσεων των εγγεγραμμένων χρηστών του ΥΠΕΡΙΩΝ ανά πακέτο είναι διαφορετικά για κάθε πάροχο. Συγκεκριμένα, το ποσοστό εγγεγραμμένων χρηστών στον ΥΠΕΡΙΩΝ με ονομαστικές ταχύτητες στη ροή καθόδου από 50 Mbps και πάνω είχε ως εξής: ΟΤΕ: 68%, Wind: 64%, Forthnet: 48%, Vodafone: 47%. Επομένως, για τις εταιρείες ΟΤΕ και Wind έγιναν συγκριτικά περισσότερες μετρήσεις χρηστών με υψηλές ονομαστικές ταχύτητες.¹⁰ Επίσης, οι εταιρείες HCN και INALAN έχουν ως επί το πλείστον πακέτα υπερυψηλών ονομαστικών ταχυτήτων (100 Mbps και άνω).

Τέλος, για τον υπολογισμό των μετρικών απόδοσης έχουν ομαδοποιηθεί μετρήσεις από την ίδια σύνδεση (λαμβάνοντας τη μέση τιμή των μετρήσεων), ώστε οι χρήστες με μεγαλύτερο αριθμό μετρήσεων να μη βαραίνουν περισσότερο στο δείγμα.

4.2 Βασικές μετρικές απόδοσης

Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται στατιστικά επί του συνόλου των έγκυρων μετρήσεων για την ταχύτητα στη ροή καθόδου και στη ροή ανόδου (throughput), την καθυστέρηση (RTT), τη διακύμανση της καθυστέρησης¹¹ και το ποσοστό απωλειών πακέτων (packet loss rate). Σε όλη την αναφορά, τα διαστήματα εμπιστοσύνης έχουν υπολογιστεί χρησιμοποιώντας τη μέθοδο Percentile Bootstrap του στατιστικού πακέτου R, με επαναδειγματοληψία 10^4 επαναλήψεων.

¹⁰ Η πραγματική ποσόστωση συνδέσεων συνδρομητών του κάθε παρόχου ανά πακέτο μπορεί να διαφέρει, καθώς η πλατφόρμα του ΥΠΕΡΙΩΝ περιλαμβάνει μόνο τις μετρήσεις συνδρομητών που εθελοντικά συμμετέχουν καταγράφοντας τις μετρήσεις τους.

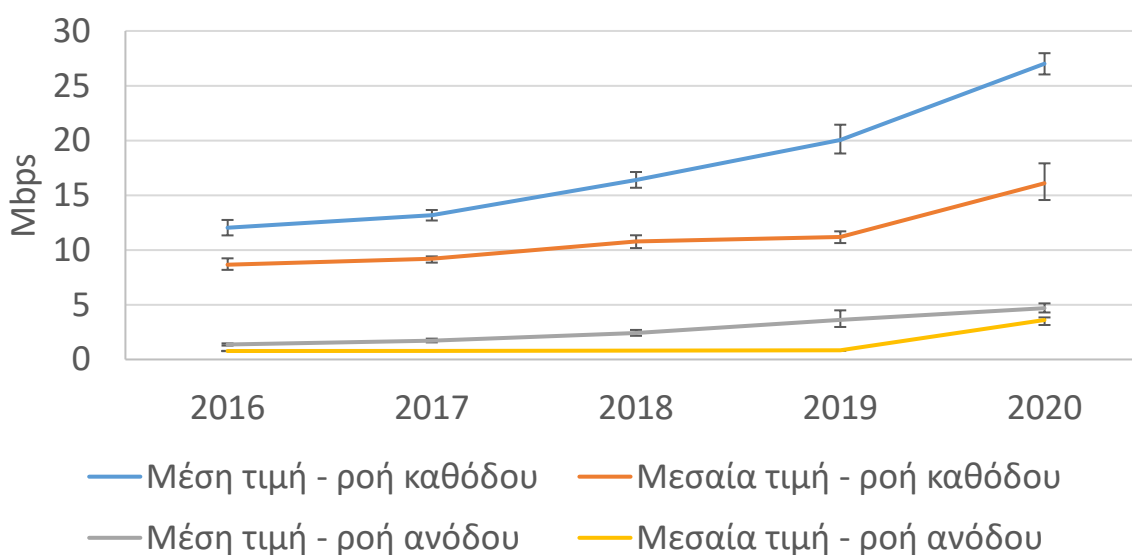
¹¹ Η διακύμανση της καθυστέρησης στα αποτελέσματα του ΥΠΕΡΙΩΝ υπολογίζεται ως η διαφορά $\max(\text{RTT}) - \min(\text{RTT})$ επί των πακέτων που στάλθηκαν κατά τη μέτρηση.

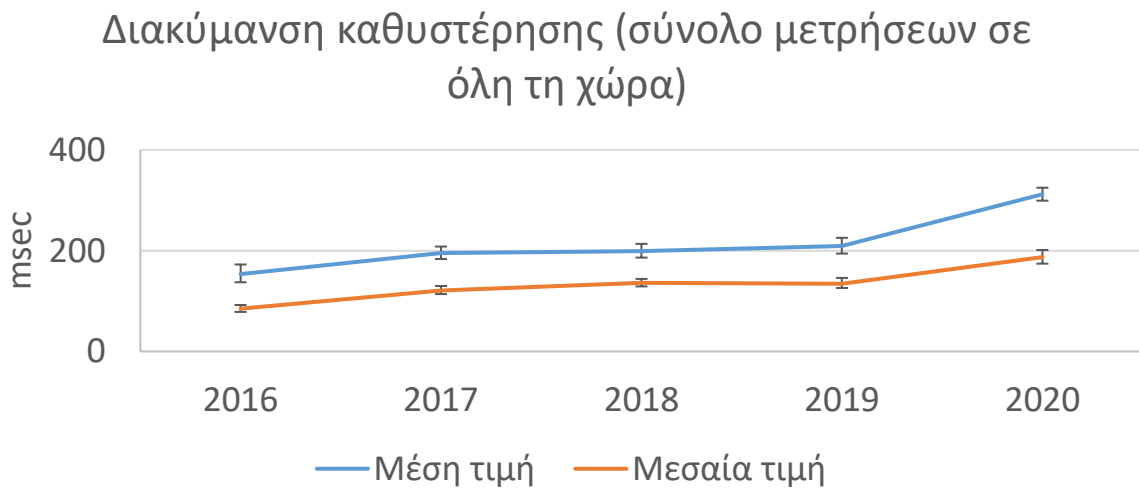
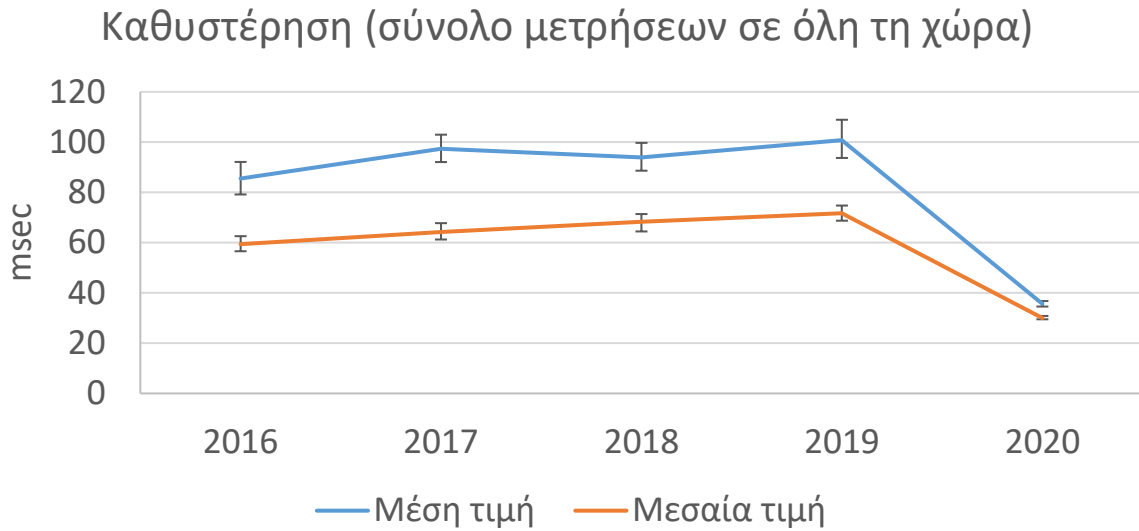
Πίνακας 3. Βασικά στατιστικά μεγέθη από τις μετρήσεις στο ΥΠΕΡΙΩΝ για το 2020

Μετρική	Μέση τιμή (Διάστημα εμπιστοσύνης 95%)	Μεσαία τιμή (Διάστημα εμπιστοσύνης 95%)	5 ^ο εκατοστη- μόριο	95 ^ο εκατοστη- μόριο
Ταχύτητα στη ροή καθόδου (Mbps)	27.01 (26.03, 27.97)	16.09 (14.56, 17.91)	2.06	85.53
Ταχύτητα στη ροή ανόδου (Mbps)	4.69 (4.29, 5.12)	3.60 (3.15, 3.84)	0.48	9.84
Καθυστερήση (ms)	35.64 (34.58, 36.76)	30 (29.50, 30.83)	13.66	69.72
Διακύμανση καθυστερήσης (ms)	312.07 (299.3, 325.1)	187.33 (174.3, 201.4)	27	850.7
Ποσοστό απωλειών δεδομένων (%)	0.84 (0.78, 0.91)	0.28 (0.26, 0.30)	0.02	3.59

Η εξέλιξη της απόδοσης την περίοδο 2016-2020 παρουσιάζεται στο Σχήμα 5. Οι γραμμές σφάλματος σε κάθε γράφημα απεικονίζουν το 95% διάστημα εμπιστοσύνης γύρω από την εκτιμώμενη τιμή. Παρατηρείται σημαντική αύξηση της ταχύτητας, που αποδίδεται στην αύξηση χρηστών με συνδέσεις δικτύων νέας γενιάς (VDSL, FTTx) (βλ. και Ενότητα 4.1). Συγκεκριμένα, στη ροή καθόδου παρατηρείται αύξηση 34.83% για τη μέση τιμή και 29.47% για τη μεσαία τιμή ταχύτητας, ενώ στη ροή ανόδου, αύξηση 44.02% και 337.88% αντίστοιχα.

Ταχύτητα (σύνολο μετρήσεων σε όλη τη χώρα)





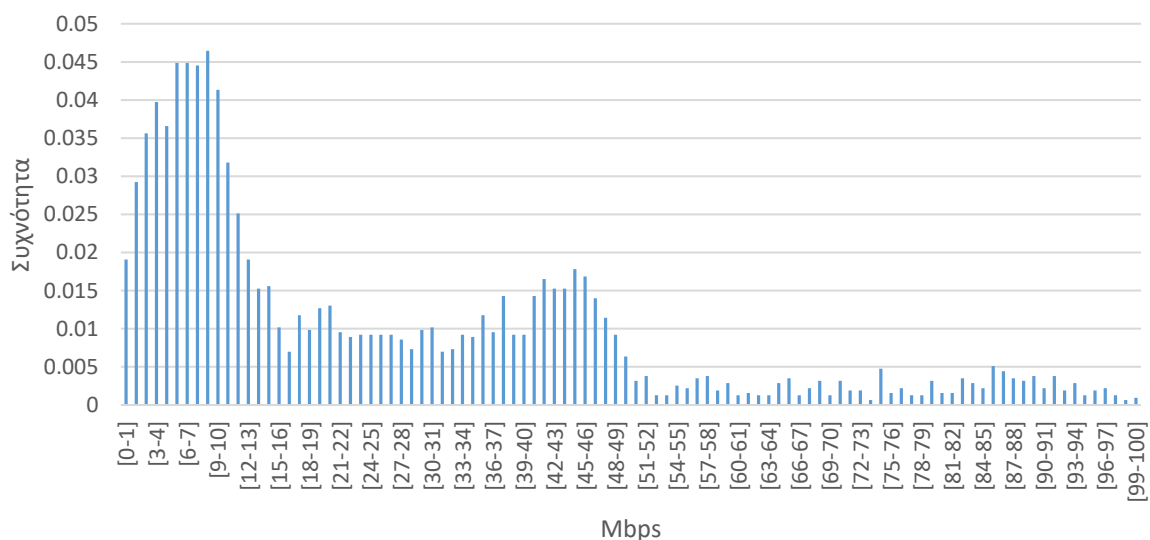
Σχήμα 5. Βασικές μετρικές απόδοσης δικτύου τα έτη 2016-2019, με βάση το σύνολο των μετρήσεων των εγγεγραμμένων χρηστών του ΥΠΕΡΙΩΝ σε όλη τη χώρα: Ταχύτητα δεδομένων (throughput), Καθυστέρηση (RTT), Διακύμανση καθυστέρησης, Ποσοστό απωλειών πακέτων (packet loss rate).

Εκτός από την ταχύτητα, οι υπόλοιπες μετρικές παρουσιάζονται μεν σε γραφήματα, ωστόσο δεν θεωρούνται συγκρίσιμες με τα προηγούμενα έτη, καθώς υπολογίζονται πλέον διαφορετικά. Η καθυστέρηση παρουσιάζει σημαντική μείωση, η οποία ωστόσο οφείλεται στο ότι υπολογίζεται πλέον ως η ελάχιστη τιμή RTT των πακέτων που στέλνονται κατά τη μέτρηση (αντί της μέσης τιμής RTT που υπολογιζόταν μέχρι πρότινος). Σημαντική αύξηση υπάρχει στη διακύμανση της καθυστέρησης (η οποία επηρεάζεται από την απόλυτη τιμή της καθυστέρησης), και στο ποσοστό απωλειών πακέτων. Το τελευταίο υπολογίζεται κατά προσέγγιση από το ποσοστό απωλειών δεδομένων, ωστόσο στην ουσία πρόκειται για διαφορετικό μέγεθος, καθώς οι απώλειες δεδομένων κατά κανόνα δεν συμβαίνουν ομοιόμορφα σε όλα τα πακέτα¹².

4.3 Κατανομή ταχυτήτων

Στο Σχήμα 6 φαίνεται η κατανομή ταχυτήτων στη ροή καθόδου και ροή ανόδου, αντίστοιχα, με βάση το σύνολο των μετρήσεων των εγγεγραμμένων χρηστών.¹³ Στη ροή καθόδου, η μεγάλη πλειοψηφία των χρηστών έχει τιμές ταχυτήτων έως 50 Mbps (από 0 – 50 Mbps βρίσκεται το 86.9% των ταχυτήτων). Η δεσπόζουσα ταχύτητα είναι μεταξύ 8 και 9 Mbps, ωστόσο παρατηρείται και δεύτερη αιχμή μεταξύ 44-45 Mbps, αντικατοπτρίζοντας το σημαντικό αριθμό χρηστών με υψηλές ταχύτητες. Στη ροή ανόδου παρατηρούνται αιχμές μεταξύ 0-1, 4-5, και 9-10 Mbps, που αντιστοιχούν στις ονομαστικές ταχύτητες 1, 5, και 10 Mbps των δημοφιλέστερων πακέτων.

Κατανομή ταχυτήτων στη ροή καθόδου

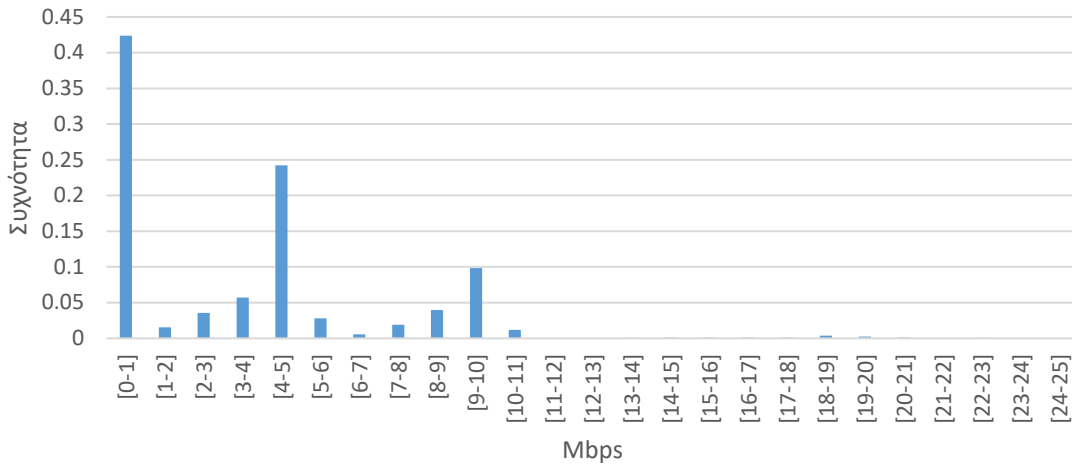


(α)

¹² Οι απώλειες δεδομένων συνήθως συμβαίνουν κατά ριπές, με αποτέλεσμα το ποσοστό απωλειών δεδομένων να είναι μια υπερεκτίμηση του ποσοστού απωλειών πακέτων.

¹³ Στο Σχήμα 6 α,β ο χ-άξονας έχει περιοριστεί σε τιμές έως 100 και 25 Mbps αντίστοιχα, για λόγους παρουσίασης (υπάρχουν και μεγαλύτερες, αλλά πιο σπάνιες, τιμές).

Κατανομή ταχυτήτων στη ροή ανόδου



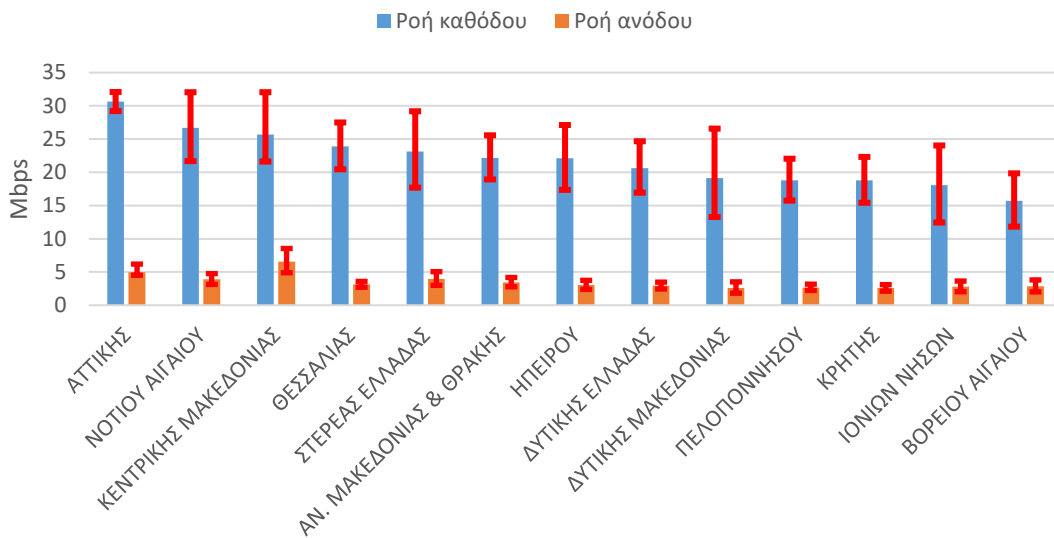
(β)

Σχήμα 6. Κατανομή ταχυτήτων στη ροή καθόδου (α) και στη ροή ανόδου (β).

4.4 Ταχύτητες ανά Περιφέρεια

Στο Σχήμα 7 παρουσιάζεται η μέση ταχύτητα στη ροή καθόδου και στη ροή ανόδου ανά Διοικητική Περιφέρεια.

Μέση ταχύτητα ανά Περιφέρεια



Σχήμα 7. Μέση ταχύτητα στη ροή καθόδου και στη ροή ανόδου ανά Περιφέρεια

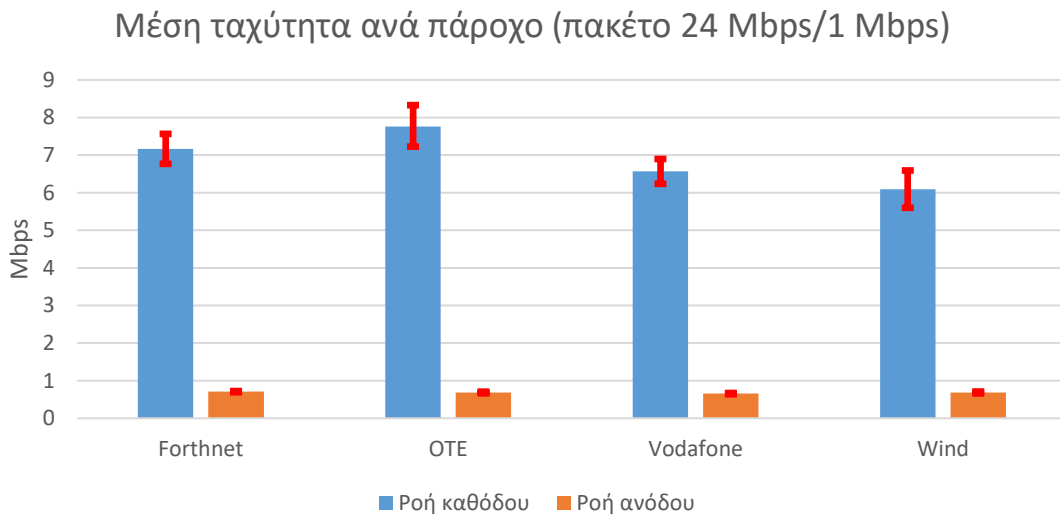
Πιο υψηλές ταχύτητες εμφανίζονται στην Περιφέρεια Αττικής, ενώ οι χαμηλότερες στην Περιφέρεια Βορείου Αιγαίου. Οι κόκκινες γραμμές σφάλματος παρουσιάζουν τα 95% διαστήματα εμπιστοσύνης εκτός από την Περιφέρεια Αττικής, στις υπόλοιπες Περιφέρειες υπάρχει σημαντική αβεβαιότητα στην ταχύτητα στη ροή καθόδου. Τα αποτελέσματα δείχνουν σημαντικές διαφορές ανά Περιφέρεια (π.χ.

περίπου διπλάσια μέση ταχύτητα στην Αττική από το Βόρειο Αιγαίο), ωστόσο ο χαμηλός αριθμός μετρήσεων σε ορισμένες περιφέρειες δεν επιτρέπει την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων.

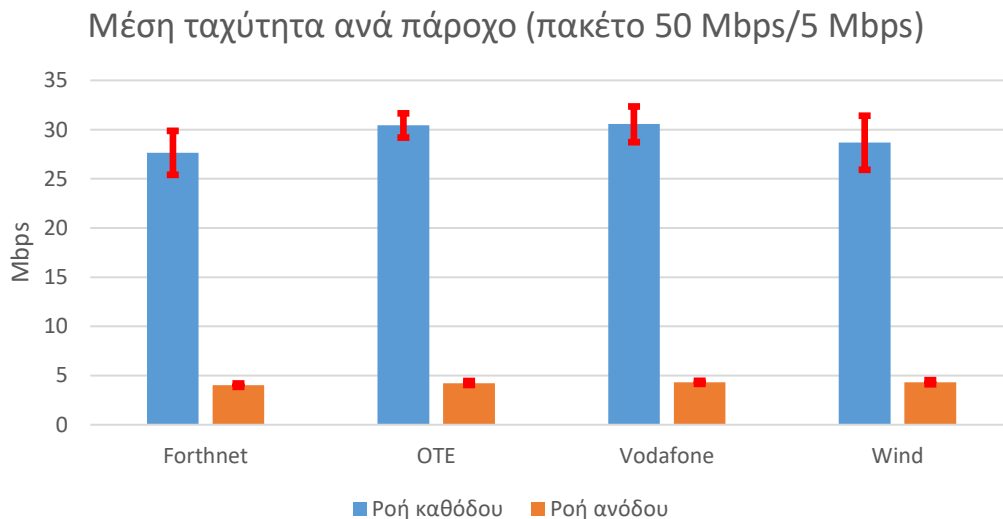
Σημείωση 1: Τα αποτελέσματα δείχνουν μόνο τη γενική εικόνα, με βάση το σύνολο των μετρήσεων σε κάθε Περιφέρεια. Η μέση ταχύτητα μπορεί να διαφέρει σε μικρότερες γεωγραφικές περιοχές, όπως στο επίπεδο ενός Δήμου, ή ταχυδρομικού κωδικού.

4.5 Ταχύτητες ανά Πάροχο

Στο Σχήμα 8 παρουσιάζεται η μέση ταχύτητα στη ροή καθόδου και στη ροή ανόδου ανά πάροχο, για τους 4 μεγαλύτερους παρόχους, και τα 2 δημοφιλέστερα πακέτα (24 Mbps/1 Mbps και 50 Mbps/5 Mbps). Οι κόκκινες γραμμές σφάλματος παρουσιάζουν τα 95% διαστήματα εμπιστοσύνης.



(α)



(β)

Σχήμα 8. Μέση ταχύτητα στη ροή καθόδου και στη ροή ανόδου ανά Πάροχο, για τους 4 μεγαλύτερους παρόχους: (α) πακέτο 24 Mbps/1 Mbps, (β) πακέτο 50 Mbps/5 Mbps.

Σημείωση 2: Τα αποτελέσματα δεν περιλαμβάνουν μετρήσεις πάνω από τις ονομαστικές ταχύτητες, λόγω περιορισμού στον ΥΠΕΡΙΩΝ. Τα αποτελέσματα δεν προεξοφλούν την ποιότητα, ούτε τη μέση ταχύτητα του δικτύου κάθε παρόχου ανά γεωγραφική περιοχή.

Σημείωση 3: Οι ανωτέρω ταχύτητες δεν αποτελούν εγγύηση πραγματικής ταχύτητας ούτε προεξοφλούν την πραγματική ταχύτητα που έχει κάθε συνδρομητής στη γραμμή του καθώς αποτελούν αποτέλεσμα της στατιστικής επεξεργασίας των μετρήσεων των συνδρομητών που εθελοντικά συμμετέχουν καταγράφοντας τις μετρήσεις τους στο σύστημα του Υπερίωνα. Κάθε συνδρομητής, για να πληροφορηθεί την πραγματική ταχύτητα της σύνδεσής του (ελάχιστη, συνήθως διαθέσιμη, και μέγιστη), η οποία αποτελεί και όρο της σύμβασής του¹⁴ πρέπει να απευθυνθεί στον πάροχό του.

4.6 Ταχύτητες και ποσοστά ονομαστικών ταχυτήτων που επιτυγχάνονται ανά πακέτο

Στον Πίνακα 4 φαίνεται η μέση ταχύτητα και το μέσο ποσοστό ονομαστικής ταχύτητας που επιτυγχάνεται για τα δημοφιλέστερα πακέτα σύνδεσης στις μετρήσεις του ΥΠΕΡΙΩΝ, μετά την προεπεξεργασία των δεδομένων όπως αναφέρθηκε στην Ενότητα 4.1. Το ποσοστό ονομαστικής ταχύτητας που επιτυγχάνεται είναι μια ένδειξη για τη σχέση ποιότητας και τιμής μεταξύ των διαφορετικών προϊόντων.

Πίνακας 4. Μέση ταχύτητα και ποσοστό ονομαστικής ταχύτητας που επιτυγχάνεται για τα δημοφιλέστερα πακέτα των εγγεγραμμένων χρηστών του ΥΠΕΡΙΩΝ.

Πακέτο	Μέση ταχύτητα στη ροή καθόδου	Μέση ταχύτητα στη ροή ανόδου	Μέσο ποσοστό ονομαστικής ταχύτητας που επιτυγχάνεται στη ροή καθόδου	Μέσο ποσοστό ονομαστικής ταχύτητας που επιτυγχάνεται στη ροή ανόδου
24 Mbps/1 Mbps	6.96	0.68	28.99%	68.28%
50 Mbps/5 Mbps	29.83	4.23	59.66%	84.57%
100 Mbps/10 Mbps	55.89	8.59	55.89%	85.89%
50 Mbps/10 Mbps	30.01	4.68	60.01%	46.79%

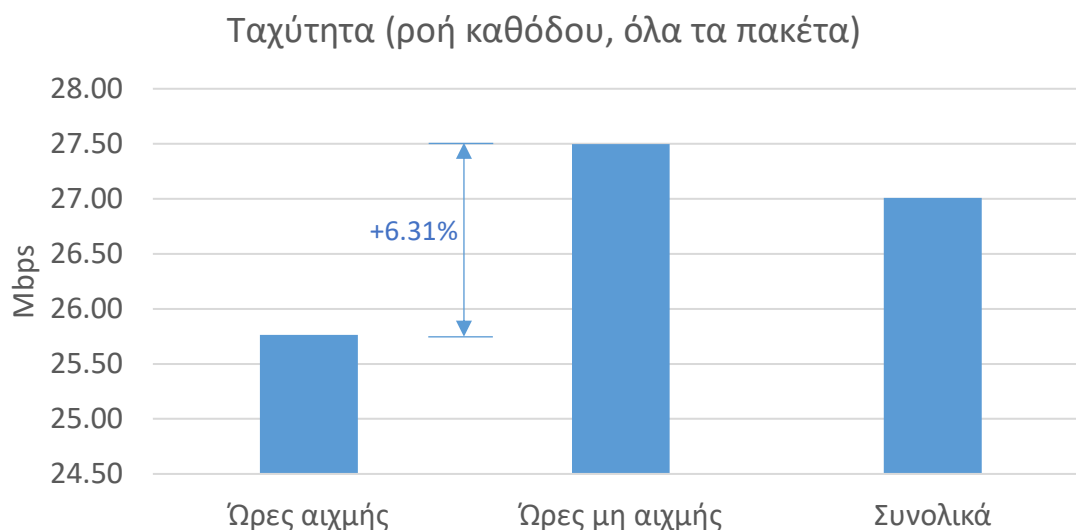
Όπως φαίνεται στον Πίνακα, πιο αποδοτικά πακέτα από την άποψη του συνδυασμού ποιότητας-τιμής στη ροή καθόδου είναι τα πακέτα 50 και 100 Mbps, ενώ, κατά μέσο όρο, συνδρομητές πακέτων 24 Mbps «πιάνουν» μόνο 29% της ονομαστικής αυτής ταχύτητας.

4.7 Ταχύτητες σε ώρες αιχμής – μη αιχμής

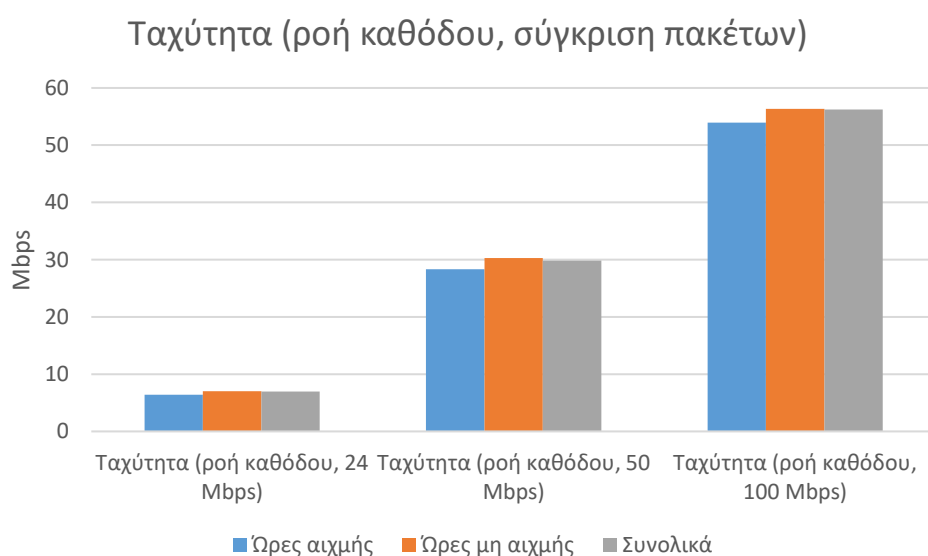
Στο Σχήμα 9 παρουσιάζεται η μέση ταχύτητα στη ροή καθόδου, με διαχωρισμό σε ώρες αιχμής (7 μ.μ. – 11 μ.μ.) και ώρες μη αιχμής, καθώς και συνολικά. Η πτώση της ταχύτητας σε ώρες αιχμής είναι μια

¹⁴ Σύμφωνα με τον Εθνικό Κανονισμό Ανοικτού Διαδικτύου (ΕΚΑΔ).

ένδειξη για τη συμφόρηση στα δίκτυα. Παρατηρείται μικρή μείωση στην ταχύτητα σε ώρες αιχμής (κατά 6.31%), ανάλογη με την πτώση σε προηγούμενα έτη (το 2019 η μείωση ήταν 5.72%).



Σχήμα 9. Διαφορά μέσης τιμής μεταξύ ωρών αιχμής (peak) - ωρών μη αιχμής (offpeak) για τη μέση ταχύτητα στη ροή καθόδου. Ως ώρες αιχμής θεωρήθηκαν οι ώρες από 7 μ.μ. έως 11 μ.μ.



Σχήμα 10. Διαφορά μέσης τιμής μεταξύ ωρών αιχμής (peak) - ωρών μη αιχμής (offpeak) για τη μέση ταχύτητα στη ροή καθόδου, ανά ονομαστική ταχύτητα. Ως ώρες αιχμής θεωρήθηκαν οι ώρες από 7 μ.μ. έως 11 μ.μ.

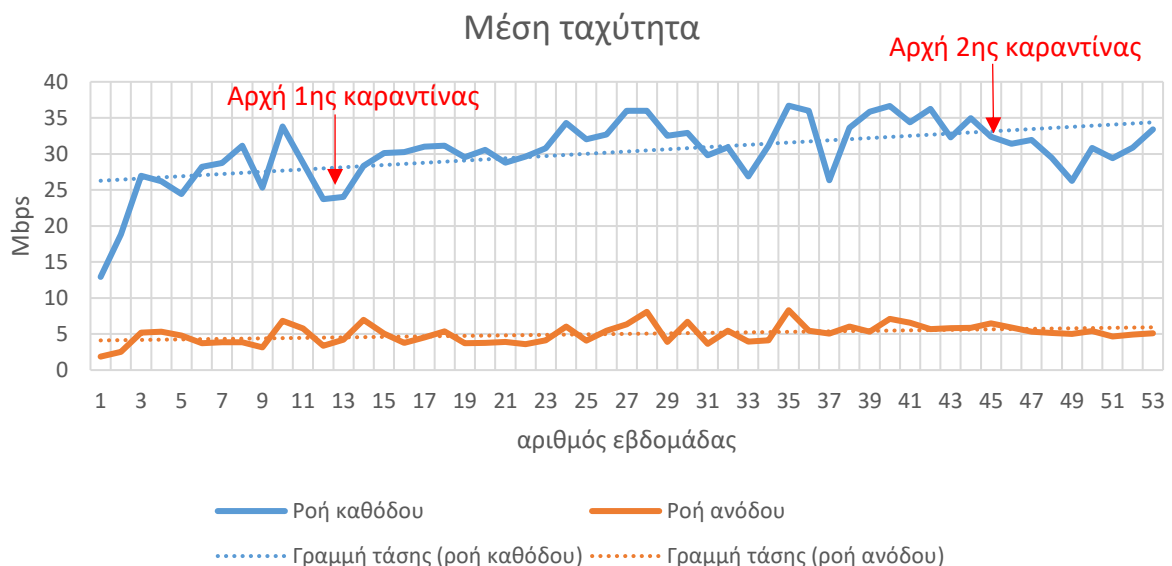
Λεπτομερέστερη ανάλυση της ταχύτητας στη ροή καθόδου σε ώρες αιχμής και μη-αιχμής για τα πακέτα 24, 50 και 100 Mbps φαίνεται στο Σχήμα 10. Για κάθε ονομαστική ταχύτητα στη ροή καθόδου, ελήφθησαν υπόψη όλα τα σχετικά πακέτα, ανεξαρτήτως της ονομαστικής ταχύτητας στη ροή ανόδου¹⁵. Το πακέτο 24 Mbps εμφανίζει πτώση της μέσης ταχύτητας κατά 0.64 Mbps σε ώρες αιχμής, τα πακέτα 50 Mbps πτώση κατά 1.95 Mbps, και τα πακέτα 100 Mbps κατά 2.44 Mbps.

¹⁵ Για το πακέτο 50 Mbps, περιλαμβάνονται οι ονομαστικές ταχύτητες 5, 10 Mbps στη ροή ανόδου, ενώ για το πακέτο 100 Mbps, περιλαμβάνονται οι ονομαστικές ταχύτητες 10 και 100 Mbps στη ροή ανόδου. Το πακέτο 24 Mbps διαθέτει μόνο μια ονομαστική ταχύτητα στη ροή ανόδου (1 Mbps).

4.8 Εξέλιξη μέσης ταχύτητας ανά εβδομάδα

Στο Σχήμα 11 παρουσιάζεται η εξέλιξη της μέσης ταχύτητας ανά εβδομάδα, καθ' όλη τη διάρκεια του 2020 (βλ. Παράρτημα Ι για την αρίθμηση των εβδομάδων). Φαίνεται καθαρά η τάση για αύξηση της ταχύτητας στη ροή καθόδου, καθώς και μια ελαφρύτερη τάση αύξησης στη ροή ανόδου.

Στο σχήμα εξετάζεται επίσης κατά πόσο τα περιοριστικά μέτρα για την αντιμετώπιση του κορωνοϊού, που είχαν σαν αποτέλεσμα να αυξηθεί η χρήση του Διαδικτύου, επέδρασαν στην ταχύτητα. Τόσο στην αρχή της 1^{ης} καραντίνας (23/3/2020), όσο και στην αρχή της 2^{ης} καραντίνας (7/11/2020) φαίνεται μια σημαντική πτώση¹⁶, η οποία όμως σε διάστημα λίγων εβδομάδων αντισταθμίζεται, κατά πάσα πιθανότητα λόγω των μέτρων που ελήφθησαν από τους εγχώριους παρόχους για την αύξηση της χωρητικότητας των δικτύων τους. Λαμβάνοντας υπόψη τη μέγιστη πτώση που παρουσιάστηκε στην ταχύτητα στη ροή καθόδου σε κάθε περίοδο καραντίνας, σε σχέση με το μέσο όρο της ταχύτητας 8 εβδομάδες πριν από κάθε καραντίνα, προκύπτει ότι στην πρώτη καραντίνα είχαμε μέγιστη πτώση της ταχύτητας κατά 16.32%, ενώ στη δεύτερη καραντίνα η αντίστοιχη μέγιστη πτώση ήταν 20.19%.



Σχήμα 11. Εξέλιξη μέσης ταχύτητας στη ροή καθόδου και στη ροή ανόδου ανά εβδομάδα, για το έτος 2020.

5 Συμπεράσματα

Το 2020 σημειώθηκε μεγάλη αύξηση στη χρήση της πλατφόρμας ΥΠΕΡΙΩΝ για τη μέτρηση της ταχύτητας και άλλων χαρακτηριστικών των ευρυζωνικών συνδέσεων, που αντικατοπτρίζει τη γενικότερη αύξηση της χρήσης του διαδικτύου, αλλά οδηγήθηκε κυρίως από συγκεκριμένα γεγονότα: α) τη θέση σε ισχύ των διατάξεων του Εθνικού Κανονισμού Ανοικτού Διαδικτύου της ΕΕΤΤ, που προβλέπει τον έλεγχο της ταχύτητας από τους ίδιους τους συνδρομητές, και την υποχρέωση των παρόχων για αποζημιώσεις σε περίπτωση αποκλίσεων από την ταχύτητα που αναφέρεται στους όρους της σύμβασης, και β) τα περιοριστικά μέτρα για την αντιμετώπιση του κορωνοϊού στην Ελλάδα,

¹⁶ Όπως εύκολα διακρίνεται, η πτώση (ιδιαίτερα στην πρώτη καραντίνα), έχει αρχίσει νωρίτερα, και όχι ακριβώς στην ημερομηνία έναρξης. Αυτό είναι φυσικό, αφού μέτρα για τον περιορισμό του κορωνοϊού, όπως η τηλεεργασία και το κλείσιμο των σχολείων είχαν αρχίσει πολύ νωρίτερα από τις ημερομηνίες αυτές.

που αύξησαν σημαντικά τη χρήση απαιτητικών σε εύρος ζώνης υπηρεσιών, όπως τηλεργασία και τηλεεκπαίδευση, και κατά συνέπεια το ενδιαφέρον των χρηστών για την απόδοση των συνδέσεών τους. Η αύξηση αυτή των μετρήσεων, που συνεχίζεται και στις αρχές του 2021, δίνει τη δυνατότητα εξαγωγής στατιστικών στοιχείων με μεγαλύτερη ακρίβεια, τόσο για την παρακολούθηση της απόδοσης των δικτύων από την ΕΕΤΤ, όσο και για την καλύτερη ενημέρωση των χρηστών.

Όσον αφορά στις ταχύτητες πρόσβασης στο Διαδίκτυο, για τέταρτη συνεχόμενη χρονιά (από το 2016) σημειώθηκε αύξηση επί του συνόλου των χρηστών. Η μέση ταχύτητα στη ροή καθόδου σε όλη την επικράτεια για το 2020 ήταν 27.01 Mbps, αυξημένη κατά 34.83% σε σχέση με το προηγούμενο έτος. Η αύξηση αντικατοπτρίζει τη χρήση από ολοένα και περισσότερους συνδρομητές, συνδέσεων 50 και 100 Mbps, που αντιπροσωπεύουν πλέον την πλειοψηφία των συνδέσεων των χρηστών του ΥΠΕΡΙΩΝ. Τα πακέτα αυτά φαίνονται και ως πιο αποδοτικά όσον αφορά στη σχέση ποιότητας-τιμής, καθώς επιτυγχάνουν περίπου 55-60% της ονομαστικής τους ταχύτητας, σε αντίθεση με μόλις 29% για το πακέτο των 24 Mbps.

Αποτελέσματα παρουσιάζονται επίσης και για τις υπόλοιπες μετρικές, ωστόσο οι αλλαγές που έγιναν στον τρόπο μέτρησης (βλ. Ενότητες 2 και 4.2) δεν επιτρέπουν τη σύγκριση με τα προηγούμενα έτη.

Για πρώτη φορά παρουσιάστηκε φέτος ανάλυση της μέσης ταχύτητας ανά Διοικητική Περιφέρεια και ανά Πάροχο, για τους 4 μεγαλύτερους παρόχους. Τα αποτελέσματα δείχνουν σημαντικές διαφορές ανά Περιφέρεια (π.χ. περίπου διπλάσια μέση ταχύτητα στην Αττική από το Βόρειο Αιγαίο), και μικρές διαφορές ανά Πάροχο για τα δύο δημοφιλέστερα πακέτα (24 Mbps/1 Mbps και 50 Mbps/5 Mbps). Η αβεβαιότητα στα αποτελέσματα παρουσιάζεται με τη μορφή διαστημάτων εμπιστοσύνης γύρω από τις εκτιμώμενες τιμές. Σε κάθε περίπτωση, συστήνεται προσοχή στην ερμηνεία αυτών των αποτελεσμάτων, καθώς δείχνουν μόνο τη γενική εικόνα, και μπορεί να διαφέρουν ανά γεωγραφική περιοχή.

Όσον αφορά στη σύγκριση της ταχύτητας σε ώρες αιχμής – μη αιχμής, που είναι μια ένδειξη για τη συμφόρηση στα δίκτυα, παρατηρείται μικρή μόνο πτώση, τόσο βλέποντας την ταχύτητα σε μεμονωμένα πακέτα, όσο και στο σύνολο των μετρήσεων (6.31% πτώση της μέσης ταχύτητας στο σύνολο των μετρήσεων). Αυτό μαρτυρά την επαρκή, γενικά, χωρητικότητα των δικτύων στην Ελλάδα.

Τέλος, στην αναφορά παρουσιάστηκε η εξέλιξη της μέση ταχύτητας ανά εμβομάδα, καθ' όλη τη διάρκεια του 2020, δείχνοντας την τάση για αύξηση της ταχύτητας. Διαπιστώθηκε, επίσης, ότι τα περιοριστικά μέτρα για την αντιμετώπιση του κορωνοϊού, που είχαν ως συνέπεια την αύξηση της χρήσης του Διαδικτύου, οδήγησαν σε μια πρόσκαιρη πτώση της ταχύτητας, η οποία όμως σε διάστημα λίγων εβδομάδων αντιμετωπίστηκε επιτυχώς από τους παρόχους, και δεν επηρέασε τη γενικότερη τάση για αύξηση της ταχύτητας στα δίκτυα.

Παράρτημα Ι: Αρίθμηση εβδομάδων 2020

Αριθμός εβδομάδας	Αρχή	Τέλος	Αριθμός εβδομάδας	Αρχή	Τέλος
1	1-Ιαν-2020	5-Ιαν-2020	29	13-Ιουλ-2020	19-Ιουλ-2020
2	6-Ιαν-2020	12-Ιαν-2020	30	20-Ιουλ-2020	26-Ιουλ-2020
3	13-Ιαν-2020	19-Ιαν-2020	31	27-Ιουλ-2020	2-Αυγ-2020
4	20-Ιαν-2020	26-Ιαν-2020	32	3-Αυγ-2020	9-Αυγ-2020
5	27-Ιαν-2020	2-Φεβ-2020	33	10-Αυγ-2020	16-Αυγ-2020
6	3-Φεβ-2020	9-Φεβ-2020	34	17-Αυγ-2020	23-Αυγ-2020
7	10-Φεβ-2020	16-Φεβ-2020	35	24-Αυγ-2020	30-Αυγ-2020
8	17-Φεβ-2020	23-Φεβ-2020	36	31-Αυγ-2020	6-Σεπ-2020
9	24-Φεβ-2020	1-Μαρ-2020	37	7-Σεπ-2020	13-Σεπ-2020
10	2-Μαρ-2020	8-Μαρ-2020	38	14-Σεπ-2020	20-Σεπ-2020
11	9-Μαρ-2020	15-Μαρ-2020	39	21-Σεπ-2020	27-Σεπ-2020
12	16-Μαρ-2020	22-Μαρ-2020	40	28-Σεπ-2020	4-Οκτ-2020
13	23-Μαρ-2020	29-Μαρ-2020	41	5-Οκτ-2020	11-Οκτ-2020
14	30-Μαρ-2020	5-Απρ-2020	42	12-Οκτ-2020	18-Οκτ-2020
15	6-Απρ-2020	12-Απρ-2020	43	19-Οκτ-2020	25-Οκτ-2020
16	13-Απρ-2020	19-Απρ-2020	44	26-Οκτ-2020	1-Νοε-2020
17	20-Απρ-2020	26-Απρ-2020	45	2-Νοε-2020	8-Νοε-2020
18	27-Απρ-2020	3-Μαϊ-2020	46	9-Νοε-2020	15-Νοε-2020
19	4-Μαϊ-2020	10-Μαϊ-2020	47	16-Νοε-2020	22-Νοε-2020
20	11-Μαϊ-2020	17-Μαϊ-2020	48	23-Νοε-2020	29-Νοε-2020
21	18-Μαϊ-2020	24-Μαϊ-2020	49	30-Νοε-2020	6-Δεκ-2020
22	25-Μαϊ-2020	31-Μαϊ-2020	50	7-Δεκ-2020	13-Δεκ-2020
23	1-Ιουν-2020	7-Ιουν-2020	51	14-Δεκ-2020	20-Δεκ-2020
24	8-Ιουν-2020	14-Ιουν-2020	52	21-Δεκ-2020	27-Δεκ-2020
25	15-Ιουν-2020	21-Ιουν-2020	53	28-Δεκ-2020	31-Δεκ-2020
26	22-Ιουν-2020	28-Ιουν-2020			
27	29-Ιουν-2020	5-Ιουλ-2020			
28	6-Ιουλ-2020	12-Ιουλ-2020			