

**RENAISSANCE PROJECT LIMASSOL  
STORM DRAINAGE MANAGEMENT REPORT.**



Char. Kridiotis CEng

Chr. Ioannou Hydrogeologist

April 2021

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

### Table of Contents

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	3
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	4
Γενικά.....	4
Το πρόβλημα.....	4
Σκοπός και στόχοι.....	5
Σκοπός.....	5
Στόχοι.....	5
Ανάθεση.....	5
ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΕ. ΣΥΝΘΗΚΕΣ.....	6
Γεωγραφική θέση της περιοχής μελέτης.....	6
Γεωλογία.....	6
Υδρολογία.....	6
Βροχόπτωση.....	6
ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ.....	8
Καθορισμός των λεκανών απορροής.....	8
Υπολογισμός μεγίστου απορροής (Peak discharge).....	8
Επιλογή λογισμικού.....	8
Παραδοχές και υπολογισμός της ροής αιχμής:.....	9
ΕΙΣΗΓΗΣΕΙΣ.....	13
ΦΡΕΑΤΙΑ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ /ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	13
ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΑ ΣΟΙΧΕΙΑ.....	14
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	15
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι.....	19
Μετεωρολογικά δεδομένα.....	19

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η προτεινόμενη ανάπτυξη θα καλύπτει 9360 εκ των 12000 m<sup>2</sup> της όλης έκτασης. Τα υπόλοιπα 3460 m<sup>2</sup>, καλύπτουν έκταση κατά μήκος της περιμέτρου του τεμαχίου 607, και των τεμαχίων 637 και 454 τα οποία θα παραμείνουν ως έχουν.

Το Συμβούλιο Αποχέτευσης Λεμεσού- Αμαθούντος. (ΣΑΛΑ), η αρχή συλλογής και διαχείρισης ομβρίων υδάτων, δεν επιτρέπει την διοχέτευση ομβρίων από την περιοχή της δόμησης στο δίκτυο αποχέτευσης όμβριων υδάτων.

Ως εκ τούτου, είναι απαραίτητο να σχεδιαστεί κατάλληλο σύστημα διαχείρισης αποστράγγισης ομβρίων για το αναπτυξιακό έργο.

Με βάση τους σχεδιασμούς της προτεινόμενης ανάπτυξης, ο χώρος χωρίστηκε σε επτά (7) περιοχές.

Η ορθολογική μέθοδος, Rational equation /model χρησιμοποιήθηκε για την εκτίμηση της μέγιστης απορροής.

Όλες οι στέγες έχουν ελεγχόμενο σύστημα συλλογής και παροχέτευσης όμβριων υδάτων, υδρορροές. Τα όμβρια ύδατα από κάθε υδρορροή θα διοχετεύονται στον τοπικό υδροφορέα, μέσω ειδικά κατασκευασμένων φρεατίων διείσδυσης.

Τα βρόχινα νερά από τους ακάλυπτους χώρους με πλακόστρωτα θα διοχετεύονται στα ρείθρα του οδικού δικτύου.

Οι απορροές από τις οροφές θα συλλέγονται, και θα παροχετεύονται από τις κατακόρυφες υδρορροές. Συστήνεται όπως χρησιμοποιούνται πλαστικοί ή μεταλλικοί αγωγοί διατομής 125 χιλιοστών (125 mm in diameter). Η παροχετευτικότητα τέτοιων αγωγών, για τη μήκος και πτώση στο χώρο της ανάπτυξης είναι 125 λίτρα/ δευτερόλεπτο, (125 lt/sec), ποσότητα ικανοποιητική για τον χώρο της ανάπτυξης

Οι απορροές από τις στέγες στις περιοχές 1 και 2 και την οροφή της 4 (Inner garden, green area) θα διοχετεύονται σε δεκαέξι, (16), φρεάτια διείσδυσης που θα ανορυχθούν στον δημόσιο χώρο πρασίνου.

Οι απορροές από τις στέγες στις περιοχές 3 και 5 θα διοχετεύονται σε έξι, (6), φρεάτια διείσδυσης που θα ανορυχθούν και διαρρυθμιστούν κατάλληλα κάτω από την πλάκα θεμελίωσης του ισογείου.

Θα υπάρχουν συνολικά 22 φρεάτια διείσδυσης.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### Γενικά

Στην Κύπρο η κατανομή της βροχόπτωσης είναι ανομοιόμορφη. Ακραία φαινόμενα είναι συνήθη.

Πλημμύρες ένεκα μικρής διάρκειας και πολύ έντονης βροχόπτωσης είναι συχνά φαινόμενα και συμβαίνουν σε πολλές περιοχές της νήσου. Κατασκευή κατάλληλων δικτύων συλλογής και αποχέτευσης ομβρίων, αποτελεί αναγκαιότητα για προστασία από τέτοια πλημμυρικά φαινόμενα.

Η διαχείριση των ομβρίων υδάτων, συλλογή και διάθεση, αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την επιτυχή λειτουργία ενός έργου.

Η ποσότητα του βρόχινου νερού που θα συλλεχθεί και διατεθεί, εξαρτάται από τον σκοπό χρήσης, την ένταση των βροχοπτώσεων στην περιοχή, και τις λεκάνες απορροής από τις οποίες συλλέγονται τα όμβρια ύδατα.

Γενική περιγραφή του του έργου, και η μέθοδος αποστράγγισης δίνεται στη σχετική μελέτη του Νοεμβρίου 2020. Η μελέτη αναφέρει:

*Η προτεινόμενη Ανάπτυξη αποτελείται από σύμπλεγμα κτηρίων με υπόγειο χώρο στάθμευσης. Το συνολικό βάθος των εκσκαφών θα είναι γύρω στα πέντε (5) μέτρα – περιλαμβανομένης και της πλάκας θεμελίωσης πάχους ενάμιση, (1,5) μέτρου. Επιπρόσθετα τα φρεάτια των ανσασέρ, (the lift wells ), θα είναι πιο κάτω από το γενικό επίπεδο των εκσκαφών.*

*Το τεμάχιο της Ανάπτυξης τοποθετείται μεταξύ των οδών Ανδρούτσου, Καραϊσκάκη, Μπουμπουλίνας και Αγίου Ανδρέου περί τα 600 μέτρα δυτικά του κυκλικού κόμβου Αγίου Ανδρέου. Καλύπτει έκταση περίπου 12,800 m<sup>2</sup> με ελαφρά κλίση και διεύθυνση προς την θάλασσα, (Νότια).*

### Το πρόβλημα

Με τις υφιστάμενες συνθήκες οι απορροές από τις γύρω περιοχές διεισδύει στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα. Η προτεινόμενη Ανάπτυξη θα καλύπτει 9350, από τα 12800 m<sup>2</sup> του τεμαχίου. Τα υπόλοιπα 3460 m<sup>2</sup>, καλύπτουν έκταση περιμετρικά του τεμαχίου 607 και των τεμαχίων 637 και 454 θα παραμείνουν ακάλυπτα.

Το Συμβούλιο Αποχετεύσεων Λεμεσού-Αμαθούντος, (ΣΑΛΑ), η αρχή συλλογής και διάθεσης ομβρίων υδάτων, δεν επιτρέπει την διοχέτευση ομβρίων υδάτων από τις υπό δόμηση περιοχές του χώρου της ανάπτυξης, στο δίκτυο αποχέτευσης ομβρίων. Συνεπώς είναι απαραίτητο να σχεδιαστεί κατάλληλο σύστημα διαχείρισης των απορροών, από το αναπτυξιακό έργο.

Για το σκοπό αυτό, τα δεδομένα βροχοπτώσεων και απορροών είναι απαραίτητα για να δοθούν στους μελετητές για το σχεδιασμό αποστράγγισης όμβριων υδάτων. Στο πλαίσιο αυτό εκπονείται η παρούσα υδρολογική και υδραυλική μελέτη



## Σκοπός και στόχοι

### Σκοπός

Σκοπός της ανάθεσης είναι η αξιολόγηση των αναμενόμενων συνθηκών και η εκπόνηση υδρολογικής μελέτης για την εκτίμηση της απορροής από την περιοχή του έργου έχοντας υπόψη ότι τα αποτελέσματα θα χρησιμοποιηθούν για τον υδραυλικό σχεδιασμό και τη διαστασιολόγηση του απαραίτητου δικτύου αποστράγγισης όμβριων υδάτων

### Στόχοι

1. Συλλογή και αξιολόγηση όλων των σχετικών δεδομένων.
2. Συλλογή και αξιολόγηση άλλων σχετικών δημοσιευμένων μελετών για την περιοχή, εάν υπάρχουν.
3. Έρευνα αναγνώρισης για την αξιολόγηση των υφιστάμενων συνθηκών
4. Αξιολόγηση των υδρολογικών πληροφοριών:
  - Καθορισμός των λεκανών απορροής που επηρεάζουν το αναπτυξιακό έργο.
  - Μελέτη των αναμενόμενων συνθηκών της(των) λεκάνης(-ών) και του τρόπου αποστράγγισης
  - Στατιστική ανάλυση των μέγιστων βροχοπτώσεων.
  - Στατιστική ανάλυση των βροχοπτώσεων για διάφορες διάρκειες, εντάσεις και περιόδους επαναφοράς και σύνθεση των όμβριων καμπυλών IDF.
  - Υποδιαίρεση της λεκάνης απορροής σε διάφορες μικρότερες υπολεκάνες, δηλαδή στέγες, χώρους πρασίνου κλπ.
  - Εκτίμηση του χρόνου συγκέντρωσης για κάθε υπολεκάνη
  - Επιλογή της καταλληλότερης μεθόδου εκτίμησης της κρίσιμης απορροής όγκου και ροής.
  - Καθορισμός της περιόδου ή τις περιόδους επαναφοράς για εκτίμηση της αντίστοιχης απορροής.
  - Τεκμηρίωση των επιπτώσεων επί των υπογείων υδάτων, εάν υπάρχουν .
5. Εκτίμηση των απορροών, όγκου και ροής, για διάφορες εντάσεις βροχόπτωσης και περιόδους επαναφοράς.
6. Αυτό θα βοηθήσει τους μελετητές και σχεδιαστές του έργου, να επιλέξουν τις πιο κατάλληλες τεχνικά και οικονομικά βιώσιμες λύσεις με στόχο την ελαχιστοποίηση των ανεπιθύμητων συνεπειών στην ανάπτυξη, (κτίρια, μηχανήματα, υπηρεσίες κ.λπ.) λόγω πλημμυρών.

### Ανάθεση

Η υδρολογική μελέτη ανατέθηκε στους Χαρ. Κρητιώτη C Eng και Χρ. Ιωάννου Hydrogeologist.

## ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΕ. ΣΥΝΘΗΚΕΣ

### Γεωγραφική θέση της περιοχής μελέτης

Η προτεινόμενη ανάπτυξη χωροθετείται στο τεμάχιο 607, του Κτηματολογικού Σχεδίου Φ/Σ 54/580303 (LTM) κλίμακας 1:1000, τεμάχια 637, και 474, στο Φ/Σ 54/580602 (LTM), κλίμακας 1:1000.

Η έκταση των τριών τεμαχίων όπως έχει καταγραφεί από το Τμήμα Κτηματολογίου και Χωρομετρίας είναι 12763 τετραγωνικά μέτρα (12763 m<sup>2</sup>). Βρίσκονται σε υψόμετρο περίπου 4 μέτρων πάνω από την μέση στάθμη θαλάσσης. Οι συντεταγμένες UTM, στο γεωδαιτικό σύστημα προβολής WGS84, είναι N 3.837.694 E 504.618. το Σχεδιάγραμμα 1 απεικονίζει την γεωγραφική θέση της περιοχής σε δορυφορική εικόνα του google earth.

### Γεωλογία

Η γεωλογία της περιοχής περιγράφεται στην μελέτη της «Geoinvest» που διενήργησε την γεωτεχνική έρευνα της περιοχής.

### Υδρολογία

Οι γενικές υδρογεωλογικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή και οι δοκιμές διείσδυσης που πραγματοποιήθηκαν, περιγράφονται καλά από την **Themeliotechniki**, στη σχετική έκθεση του Οκτωβρίου 2020.

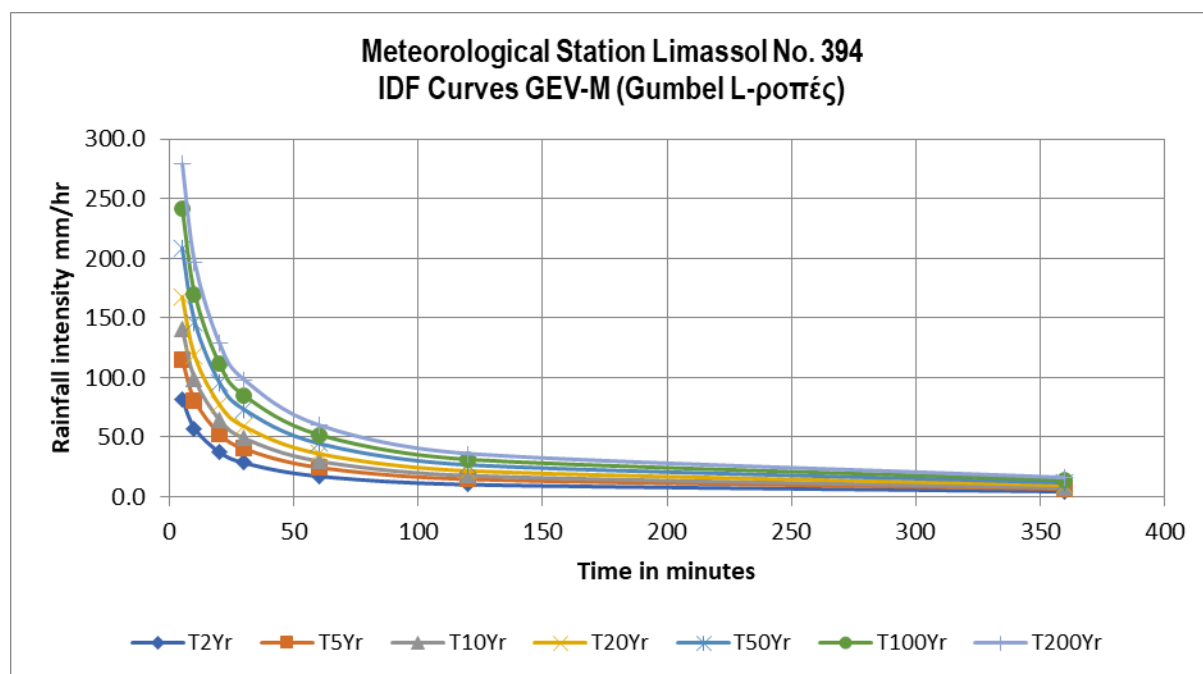
### Βροχόπτωση

Για τον υπολογισμό του μεγίστου της απορροής (Peak discharge) από μια περιοχή, οι όμβριες καμπύλες (intensity-duration-frequency IDF curves), ένταση-διάρκεια-συχνότητα βροχόπτωσης είναι τα απαραίτητα μετεωρολογικά δεδομένα. Η Στατιστική ανάλυση και οι όμβριες καμπύλες (IDF curves) λήφθηκαν από το Μετεωρολογικό Σημείωμα 15, του Νοεμβρίου 2009, σελίδα 8. Η Στατιστική ανάλυση και οι όμβριες καμπύλες (IDF curves) παρουσιάζονται στο Παράρτημα II. Ο Πίνακας 1, παρουσιάζει τη στατιστική ανάλυση των Μετεωρολογικών στοιχείων του Μετεωρολογικού Σταθμού αριθμός 394. Το Σχεδιάγραμμα 3 απεικονίζει τις αντίστοιχες όμβριες (IDF Curves).

Η μέση ετήσια βροχόπτωση που επηρεάζει την περιοχή ανέρχεται σε περίπου 450 χιλιοστά (450 mm), (Υδρογεωλογικός χάρτης της Κύπρου, κλίμακας 1:250000 Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης 1970). Οι ισοϋετείς καμπύλες για τα έτη 1990-2000, παρουσιάζουν το ίδιο ποσό. Ο πλησιέστερος Μετεωρολογικός Σταθμός που επηρεάζει την περιοχή είναι εκείνος του Δημοτικού Κήπου Λεμεσού, Μετεωρολογικός Σταθμός Αριθμός 394. Για εκτίμηση της μέγιστης πλημμυρικής παροχής, οι όμβριες καμπύλες, (καμπύλες έντασης-διάρκειας-συχνότητας (IDF) βροχόπτωσης), είναι απαραίτητο στοιχείο. Στατιστική ανάλυση και IDF καμπύλες έγινε από το Τμήμα Μετεωρολογίας και λήφθηκαν από το Μετεωρολογικό Σημείωμα 15 του Νοεμβρίου 2009. Η στατιστική ανάλυση και οι καμπύλες IDF δίδονται στο προσάρτημα II. Ο Πίνακας 1 συνοψίζει την στατιστική ανάλυση των βροχοπτώσεων όπως καταγράφηκαν στον Μετεωρολογικό Σταθμό Δημόσιος Κήπος Λεμεσού Αρ. 394. Το Σχεδιάγραμμα 3 απεικονίζει τις καμπύλες IDF.

**Πίνακας 1.** Μετεωρολογικός Σταθμός Δημόσιος Κήπος Λεμεσού Αρ. 394. Στατιστική ανάλυση

Μέγιστες εντάσεις βροχής I in mm/hr, για διάφορες διάρκειες και περιόδους επαναφοράς									
Παράκτιοι Σταθμοί									
Στατιστική ανάλυση									
Κατανομή Γενική Ακραίων Τιμών, ΓΑΤ-M (GEV-MAX κ=0.15) (L-Ροπές)									
Μετεωρολογικός Σταθμός		Λεμεσός		Δημοτικός κήπος		Αριθμός		394	
	η=	0.77		θ=		0.060			
Η ανάλυση λήφθηκε από το "Μετεωρολογικό Σημείωμα Αρ. 15, Νοεμβρίου 2009, σελίδα 8									
Return		Estimated amount of rainfall in							
Period	Years	millimeters/hour for different time periods (minutes)							
		5 minutes	10 minutes	20 minutes	30 minutes	1 hour	2 hours	6 hours	24 hours
		5	10	20	30	60	120	360	1440
T2	2	81.7	57.4	37.5	28.6	17.5	10.5	4.6	1.6
T3	3	92.9	65.2	42.6	32.5	19.9	11.9	5.2	1.8
T5	5	115.2	80.9	52.9	40.3	24.7	14.8	6.5	2.2
T10	10	140.7	98.8	64.7	49.3	30.2	18.1	7.9	2.7
T20	20	168.0	118.0	77.2	58.8	36.0	21.6	9.4	3.3
T25	25	174.7	122.7	80.3	61.2	37.4	22.5	9.8	3.4
T50	50	208.1	146.2	95.6	72.9	44.6	26.7	11.7	4.0
T100	100	242.0	170.0	111.2	84.7	51.9	31.1	13.6	4.7
T200	200	279.5	196.4	128.5	97.9	59.9	35.9	15.7	5.4



**Σχεδιάγραμμα 3.** Μετεωρολογικός Σταθμός Δημόσιος Κήπος Λεμεσού Αριθμός 394. Όμβιες καμπύλες

## ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ

### Καθορισμός των λεκανών απορροής

Με βάση τα σχέδια που μας δόθηκαν για την προτεινόμενη ανάπτυξη, η όλη περιοχή της ανάπτυξης χωρίστηκε σε επτά (7) υπολεκάνες όπως απεικονίζονται στο Σχεδιάγραμμα 4.

### Υπολογισμός μεγίστου απορροής (Peak discharge)

Σε περιοχές για τις οποίες δεν υπάρχουν δεδομένα/μετρήσεις ροής, όπως στην προκειμένη περίπτωση, χρησιμοποιούνται διεθνώς αναγνωρισμένα λογισμικά, για τον υπολογισμό των απορροών από την βροχόπτωση. Η ουσιαστική παράμετρος σε τέτοιες περιπτώσεις είναι ο χρόνος συλλογής ή χρόνος συγκέντρωσης,  $T_c$  (time of concentration  $T_c$ ). Στην προκειμένη περίπτωση, ένεκα του μικρού μεγέθους της λεκάνης απορροής, ο χρόνος συγκέντρωσης,  $T_c$ , υπολογίστηκε στις 0.083 ώρες ή 5 λεπτά. Οι επόμενες ουσιώδεις παράμετροι είναι η περίοδος επαναφοράς, (return period) και η διάρκεια και ένταση της επιλεγόμενης βροχόπτωσης. Για την περιοχή της ανάπτυξης, η εκτίμηση του μεγίστου των απορροών, όγκου και ροής, (Peak discharge estimates and runoff volume) έγινε για διάρκεια βροχής 5,10,20,30, λεπτών, 1, 2, 3, 6 και 24 ωρών με περίοδο επαναφοράς 2, 3,5,10, 20,25, 50,100, και 200 ετών. Για ελαχιστοποίηση των συνεπειών πλημμύρας, χρησιμοποιήθηκε ο χρόνος επαναφοράς 1:50 και 1:100 έτη. (2 and 1% πιθανότητα να συμβεί ένα γεγονός).

Έντονες βροχοπτώσεις στην Κύπρο έχουν διάρκεια 30 περίπου λεπτών. Ως εκ τούτου, για διαστασιολόγηση των οριζόντιων και κάθετων υδρορροών (downsprouts), επιλέχθηκε βροχόπτωση διάρκειας 5 και 30 λεπτών με χρόνο επαναφοράς 1:50 και 1:100 έτη.

### Επιλογή λογισμικού

Η ορθολογική μέθοδος επιλέχθηκε ως κατάλληλο λογισμικό για τον υπολογισμό του μεγίστου της επιφανειακής απορροής (ροή αιχμής Peak discharge).

Η Ορθολογική μέθοδος (Rational Formula Equation/model) είναι απλή μέθοδος υπολογισμού της ροής αιχμής από μικρές λεκάνες απορροής με δεδομένα την έκταση της λεκάνης απορροής, την ένταση της βροχόπτωσης, τον συντελεστή απορροής και τον χρόνο συγκέντρωσης.

### Πίνακας 2. Ορθολογική μέθοδος (Rational Formula Equation/model)

ΟΡΘΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ						
	Rational Formula $Q = CIA$					
	Q	=	Ροή σε κυβικά μέτρα/δευτερόλεπτο ( $m^3/sec$ )			
	C	=	Συντελεστής απορροής (αδιάστατος)			
	I	=	Ένταση Βροχόπτωση σε χιλιοστά/ώρα διάρκειας ίσης με τον χρόνο συγκέντρωσης			



A	=	Έκταση σε τετραγωνικά μέτρα
		Ο συντελεστής απορροής στη προκειμένη περίπτωση
		λαμβάνεται από το V.T.Chow et al. p.498 ,και W.Viessman et al,p.508

Οι υπολογισθείσες απορροές και ροές αιχμής δίνονται στον Πίνακα 3. Στον ίδιο Πίνακα δίδεται επίσης ο προτεινόμενος αριθμός των απαιτούμενων φρεατίων διείσδυσης, (recharge, (infiltration), wells), για απορρόφηση απορροών αιχμής με χρόνο επαναφοράς 1:50 and 1:100 έτη.

### Παραδοχές και υπολογισμός της ροής αιχμής:

Οι απορροές από τις στέγες θα συλλέγονται, παροχετεύονται και θα διοχετεύονται διά των υδρορροών στον τοπικό υδροφορέα.

Όλες οι στέγες θα έχουν ελεγχόμενο σύστημα συλλογής και παροχέτευσης όμβριων υδάτων, με οριζόντιες και κατακόρυφες υδρορροές. Τα όμβρια ύδατα από κάθε υδρορροή θα διοχετεύονται στον τοπικό υδροφορέα, μέσω ειδικά κατασκευασμένων και διαμορφωμένων φρεατίων διείσδυσης.

Θα χρησιμοποιούνται πλαστικοί ή μεταλλικοί αγωγοί διατομής 125 χιλιοστών (125 mm in diameter). Η παροχετευτικότητα τέτοιων αγωγών, για τη μήκος και πτώση στο χώρο της ανάπτυξης είναι 125 λίτρα/δευτερόλεπτο,(125 lt/sec), (Hazen- Williams equation,  $L = 15 \text{ m}$ ,  $d=10\text{m}$ ,  $n=120$  ), ποσότητα ικανοποιητική για τον χώρο της ανάπτυξης.

Κάθε κατακόρυφη υδρορροή θα είναι συνδεδεμένη με αντίστοιχο φρεάτιο διείσδυσης. Με βάση τα δεδομένα εμπλουτισμού, διείσδυσης και εδαφικής απορροφητικότητας, η ποσότητα του βρόχινου νερού που μπορεί να διεισδύει και εμπλουτίζει τον τοπικό υδροφορέα είναι της τάξεως 20 m<sup>3</sup>/hour, ή 5.55 lt/sec.

Τα βρόχινα νερά από τους ακάλυπτους χώρους με πλακόστρωτα θα διοχετεύονται στα ρείθρα του οδικού δικτύου.

Οι απορροές από τις στέγες στις περιοχές 1 και 2 και την οροφή της 4 (Εσωτερικός κήπος, χώρος πρασίνου, Inner garden, green area) θα διοχετεύονται σε δεκαέξι, (16), φρεάτια διείσδυσης που θα ανορυχθούν στον δημόσιο χώρο πρασίνου (Public Green).

Οι απορροές από τις στέγες στις περιοχές 3 και 5 θα διοχετεύονται σε έξι, (6), φρεάτια διείσδυσης που θα ανορυχθούν και διαρρυθμιστούν κατάλληλα κάτω από την πλάκα θεμελίωσης του ισογείου.

Θα υπάρχουν συνολικά 22 φρεάτια διείσδυσης.



**Σχεδιάγραμμα 4.** Υπολεκάνες της περιοχής ανάπτυξης

**Πίνακας 3.** Μέγιστο πλημμυρικών παροχών (ροής αιχμής) σε κυβικά μέτρα / δευτερόλεπτο από την περιοχή ανάπτυξης

Sub areas									
		5 min peak	Peak		30 Min m peak	Peak	Number		Comments
	Area m <sup>2</sup>	discharge	discharge		discharge	discharge	of downspouts to carry the peak flow		
Sub Roof 1	2183	m <sup>3</sup> /sec	m <sup>3</sup> /sec		m <sup>3</sup> /sec	m <sup>3</sup> /sec			Drained to Groundwater
1:50 Yrs		0.1009516	0.00841264		0.0353646	0.017682	<b>3.186</b>	4	<b>Recommended infiltration wells 6</b>
1:100 Yrs		0.1173969	0.00978307		0.04108891	0.020544	<b>3.701704</b>	4	<b>Recommended infiltration wells 6</b>
Sub Roof 2	1420								Drained to Groundwater
1:50 Yrs		0.0656671	0.00547226		0.023004	0.011502	<b>2.072432</b>	3	<b>Recommended infiltration wells 4</b>
1:100 Yrs		0.0763644	0.0063637		0.02672756	0.013364	<b>2.407888</b>	3	<b>Recommended infiltration wells 4</b>
Sub Roof 3	1790								Drained to Groundwater
1:50 Yrs		0.0827776	0.00689813		0.028998	0.014499	<b>2.612432</b>	3	<b>Recommended infiltration wells 4</b>
1:100 Yrs		<b>0.0962622</b>	0.00802185		0.03369178	0.016846	<b>3.035295</b>	4	<b>Recommended infiltration wells 4</b>
Sub Roof 5	675								Drained to Groundwater
1:50 Yrs		0.031215	0.00260125		0.010935	0.005468	<b>0.985135</b>	1	<b>Recommended infiltration wells 2</b>
1:100 Yrs		0.0363	0.003025		0.012705	0.006353	<b>1.144595</b>	2	<b>Recommended infiltration wells 2</b>
Sub Roof 4	2495								Drained to Groundwater
1:50 Yrs		0.1153799	0.00961499		0.040419	0.02021	<b>3.641351</b>	4	<b>Recommended infiltration wells 6</b>
1:100 Yrs		0.1341756	0.0111813		0.04696144	0.023481	<b>4.230761</b>	5	<b>Recommended infiltration wells 6</b>

Uncovered	2030								
Sub Roof 6									Drained to streets
1:50 Yrs		0.0938762	0.00782302		0.032886	0.016443	2.962703	3	
1:100 Yrs		0.1091689	0.00909741		0.03820911	0.019105	3.442262	4	
Land scaped area	2170								
1:50 Yrs		0.1166978	0.00972481		0.035154	0.017577	3.167027	4	
1:100 Yrs		0.1347811	0.01123176		0.04084422	0.020422	3.67966	4	
TOTAL	12763								

## ΕΙΣΗΓΗΣΕΙΣ

Οι απορροές από τις οροφές θα συλλέγονται, και θα παροχετεύονται από τις κατακόρυφες υδρορροές στον τοπικό υδροφορέα.

Συστήνεται όπως χρησιμοποιούνται πλαστικοί ή μεταλλικοί αγωγοί διατομής 125 χιλιοστών (125 mm in diameter). Η παροχευετικότητα τέτοιων αγωγών, για τη μήκος και πτώση στο χώρο της ανάπτυξης είναι 125 λίτρα/ δευτερόλεπτο, (125 lt/sec), ποσότητα ικανοποιητική για τον χώρο της ανάπτυξης

Οι απορροές από τις στέγες στις περιοχές 1 και 2 και την οροφή της 4 (Εσωτερικός κήπος, χώρος πρασίνου - Inner garden, green area) να διοχετεύονται σε δεκαέξι, (16), φρεάτια διείσδυσης που θα ανορυχθούν και εγκατασταθούν στον δημόσιο χώρο πρασίνου (Public Green).

Οι απορροές από τις στέγες στις περιοχές 3 και 5 να διοχετεύονται σε έξι, (6), φρεάτια διείσδυσης που θα ανορυχθούν και διαρρυθμιστούν κατάλληλα κάτω από την πλάκα θεμελίωσης του ισογείου.

Θα υπάρχουν συνολικά 22 φρεάτια διείσδυσης.

Η προτεινόμενη διάταξη φρεατίων απορρόφησης παρουσιάζεται στο Σχεδιάγραμμα 5.

## ΦΡΕΑΤΙΑ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ /ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

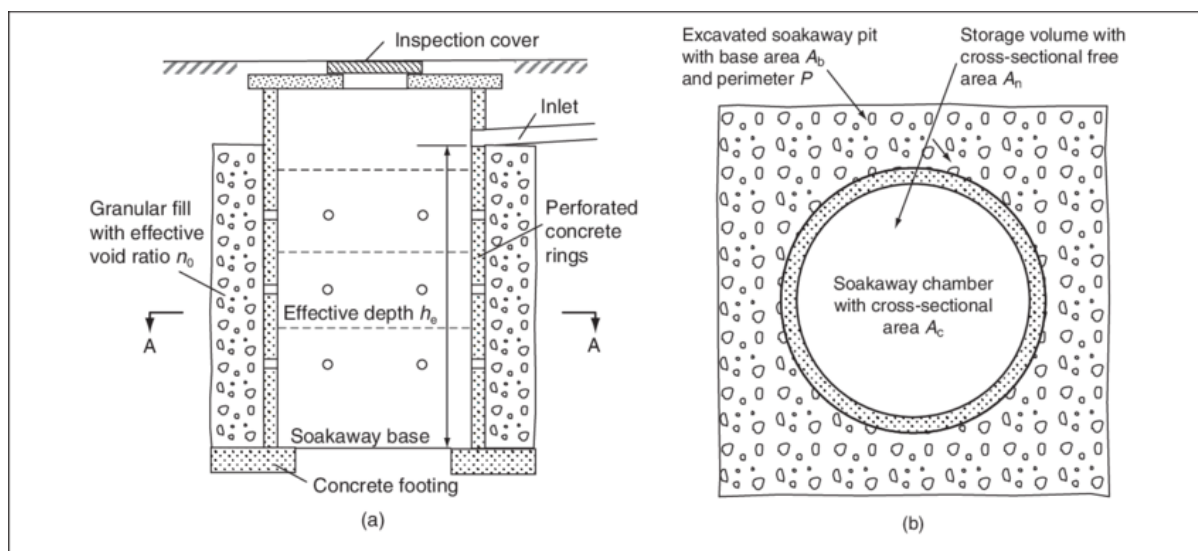
Τυπικό, παραδοσιακό φρεάτιο αποστράγγισης, παρουσιάζεται ενδεικτικά στο Σχεδιάγραμμα 6. Αποτελείται κυρίως, από κυλινδρικό θάλαμο στον οποίο διοχετεύονται τα επιφανειακά βρόχινα νερά, που αποτελούν απορροές από τις διάφορες επιφάνειες της ανάπτυξης.

Ο κυλινδρικός λάκκος/θάλαμος γεμίζει με χαλίκι ή, όπως προτείνεται στην συγκεκριμένη περίπτωση, επενδύεται με προ-κατασκευασμένους διάτρητους τσιμεντένιους δακτυλίους (κιούγκια), με διάμετρο ενός μέτρου ή μεγαλύτερη. Οι προκατασκευασμένοι δακτύλιοι θα εγκιβωτίζονται σε κατάλληλα διαβαθμισμένο χαλικώδες γέμισμα ( granular fill) 50 mm, σύμφωνα με το BS 882:1992.

Sieve opening (ASTM) (mm)	Percent passing by weigh (%)
50 mm	100
25.4 mm	80÷100
9.5 mm	50÷85
No. 4 (4.76 mm)	28÷63

**Πίνακας 1. – Τυπική Διαβάθμιση Χαλικώδους γεμίσματος**





**Σχεδιάγραμμα 6. – Ενδεικτικό Σχεδιάγραμμα Φρεατίου Απορρόφησης**

Τα χαρακτηριστικά αποστράγγισης του υπεδάφους στη περιοχή του προτεινόμενου έργου έχουν διερευνηθεί στο στάδιο της διεξαγωγής/ετοιμασίας της Γεωλογικής Μελέτης (Geoinvest, December 2014-January 2015) και, επίσης, στο στάδιο της ετοιμασίας της Μελέτης Αποστράγγισης (Χαρ. Κρητιώτης, Νοέμβριος 2020).

Μέσα στα πλαίσια ετοιμασίας της Μελέτης Αποστράγγισης, για τον καλύτερο υπολογισμό της ποσότητας νερού που δύναται να επαναφορτιστεί πίσω στον υδροφόρα κάτω από πραγματικές συνθήκες λειτουργίας, έχει διεξαχθεί ολοκληρωμένη δοκιμή επαναεισαγωγής (infiltration test) εντός του οικοπέδου, με την χρήση δύο φρεατίων επαναεισαγωγής.

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων της δοκιμής επαναφόρτισης των δύο φρεατίων 1 και 2, εξάγεται το συμπέρασμα ότι ένας μέγιστος ρυθμός απορρόφησης των 20 κυβικών μέτρων ανά ώρα έγινε κατορθωτός, υπό ατμοσφαιρικές συνθήκες.

Για το συγκεκριμένο έργο προκρίνεται η λύση της διάθεσης των βρόχινων νερών σε φρεάτια απορρόφησης με βάθος πέραν των 6 μέτρων, έτσι ώστε να διοχετευθούν οι ποσότητες του νερού σε κατάλληλο γεωλογικό σχηματισμό (Ορίζοντα C – Coarse Alluvial Deposits), με διαπερατότητα της τάξης των 13 μέτρων ανά ημέρα.

Η χωρική κατανομή των φρεατίων απορρόφησης παρουσιάζεται στο Σχεδιάγραμμα 5

## ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΑ ΣΟΙΧΕΙΑ

Τα συμπληρωματικά στοιχεία που ζητήθηκαν σύμφωνα με το E-MAIL ημερομηνίας 4 Μαρτίου 2022 της κυρίας Μαρίας Φεσά, σχετικά με την ΜΕΕΠ για την ανέγερση διαμερισμάτων, γραφείων, φοιτητικών εστιών και εμπορικά καταστήματα με την ονομασία "RENAISSANCE" στον Δήμο Λεμεσού - ΠΑ682/2019, ενσωματώνονται στην μελέτη και παρατίθενται πιο κάτω :

α) να καθορίσετε τη διάταξη (χωρική κατανομή) των απορροφητικών λάκκων/γεωτρήσεων, βλέπε Σχεδιάγραμμα 5

β) να καθορίσετε τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά τους (βάθος, διάμετρο, χαλίκωση), βλέπε κεφάλαιο ΦΡΕΑΤΙΑ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ /ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

γ) να διευκρινίσετε κατά πόσο θα εγκαταστήσει δεξαμενή καθίζησης,

Τα όμβρια νερά από τις στέγες και μπαλκόνια είναι καθαρά και συνεπώς δεν υπάρχει λόγος κατασκευής δεξαμενής καθίζησης.

δ) να διευκρινίσετε τις συνθήκες διάθεσης των νερών στην περίπτωση του υπογείου (ελεύθερο ή υπό πίεση σύστημα)

*Κάθε κατακόρυφη υδρορροή θα είναι συνδεδεμένη με αντίστοιχο φρεάτιο δεισδυσης.*

*Με βάση τα δεδομένα εμπλουτισμού, δεισδυσης και εδαφικής απορροφητικότητας, η ποσότητα του βρόχινου νερού που μπορεί να δεισδύει και εμπλουτίζει τον τοπικό υδροφορέα είναι της τάξεως  $20 \text{ m}^3/\text{hour}$ , ή  $5.55 \text{ lts/sec}$ .*

Η διάθεση των ομβρίων υδάτων στην περίπτωση του υπογείου, θα γίνεται μέσω κλειστού συστήματος (υπό πίεση), αλλά προσβάσιμου για σκοπούς περιοδικής συντήρησης.

ε) σε περίπτωση που τα 6 φρεάτια δεισδυσης που θα ανορυχτούν στους υπόγειους χώρους, δεν λειτουργήσουν κατά την περίοδο πολυομβρίας, να προτείνετε εναλλακτική λύση η οποία θα τεθεί σε εφαρμογή σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης,

Σε περίπτωση πολυομβρίας ή/και μη ικανοποιητικής λειτουργίας των απορροφητικών λάκκων τα νερά θα αντλούνται με την χρήση εφεδρικών (stand by) αντλιών που θα στέλνουν τα βρόχινα νερά στον εξωτερικό χώρο πρασίνου.

στ) στην μελέτη διαχείρισης των ομβρίων υδάτων αναφέρεται ότι τα βρόχινα νερά από τους ακάλυπτους χώρους, με πλακόστρωτα θα διοχετεύοντα στα ρείθρα του οδικού δικτύου. Τα όμβρια όλης της ανάπτυξης πρέπει να διαχειρίζονται εντός των ορίων της ανάπτυξης, επομένως να προταθεί ο τρόπος διαχείρισης τους.

Η έκταση των ακάλυπτων χώρων και πλακόστρωτων είναι μόνο 2030 τετραγωνικά μέτρα και ο όγκος των απορροών είναι μόνο 74 και 195 κυβικά μέτρα για βροχή διάρκειας 30 λεπτών και 24 ωρών αντίστοιχα με περίοδο επαναφοράς 1:50 έτη. Με βάση τα αρχιτεκτονικά σχέδια τα όμβρια θα οδηγούνται σε επιλεγμένα χαμηλά σημεία του οικοπέδου, από όπου θα αντλούνται στους χώρους πρασίνου.

## **BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

Chin, David A. 2000. Water-Resources Engineering. Prentice-Hall

Chow, Ven Te, David R. Maidment, and Larry W. Mays. 1988. Applied Hydrology. McGraw-Hill.

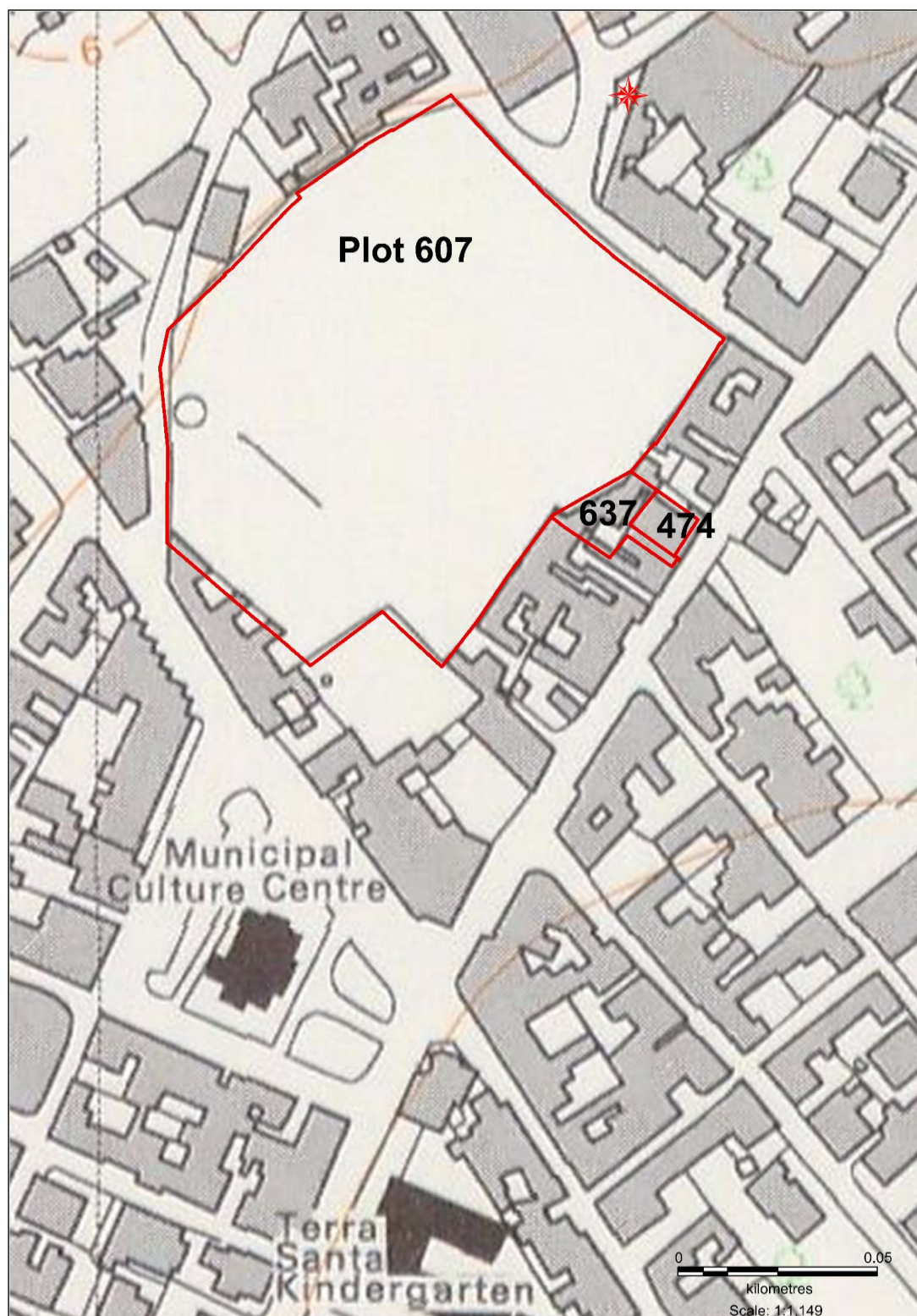
McCuen, Richard H. 1998. Hydrology Analysis and Design. Prentice-Hall. 2ed.





**Σχεδιάγραμμα 1.** Γεωγραφική θέση της περιοχής σε δορυφορική εικόνα Google earth.





**Σχεδιάγραμμα 2.** Γεωγραφική θέση των τεμαχίων 607, 637 και 474 σε τοπογραφικό χάρτη κλίμακας 1:5000 της σειράς DLS 17, 1981.

### Σχεδιάγραμμα 5. Χωρική κατανομή των φρεάτων απορρόφησης



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

### Μετεωρολογικά δεδομένα

Maximum rainfall intensities I in mm/hr various durations and return periods									
Coastal Met Station									
Statistical Analysis									
Gumbel General extreme value distribution (GEV- Maximum $\kappa = 0.15$ L moments)									
Meteorological Station		Limassol	Munic.Garden	Station Number		394			
	$\eta =$	0.77	$\theta =$	0.060					
Statistical Analysis was obtained from Meteorological Note No. 15, November 2009, page 8									
Return		Estimated amount of rainfall in							
Period	Years	millimeters/hour for different time periods (minutes)							
		5 minutes	10 minutes	20 minutes	30 minutes	1 hour	2 hours	6 hours	24 hours
		<b>5</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>120</b>	<b>360</b>	<b>1440</b>
T2	2	81.7	57.4	37.5	28.6	17.5	10.5	4.6	1.6
T3	3	92.9	65.2	42.6	32.5	19.9	11.9	5.2	1.8
T5	5	115.2	80.9	52.9	40.3	24.7	14.8	6.5	2.2
T10	10	140.7	98.8	64.7	49.3	30.2	18.1	7.9	2.7
T20	20	168.0	118.0	77.2	58.8	36.0	21.6	9.4	3.3
T25	25	174.7	122.7	80.3	61.2	37.4	22.5	9.8	3.4
T50	50	208.1	146.2	95.6	72.9	44.6	26.7	11.7	4.0
T100	100	242.0	170.0	111.2	84.7	51.9	31.1	13.6	4.7
T200	200	279.5	196.4	128.5	97.9	59.9	35.9	15.7	5.4
T500	500	335.4	235.6	154.1	117.4	71.9	43.1	18.8	6.5

Return	Runoff	Estimated amount of maximum expected runoff in							
period	Coefficient	cubic meters/ second/m <sup>2</sup> for different time periods							
Years	C	5 minutes	10 minutes	20 minutes	30 minutes	1 hour	2 hours	6 hours	24 hours
2	0.33	0.000007	0.000005	0.000003	0.000003	0.000002	0.000001	0.000000	0.000000
3	0.33	0.000009	0.000006	0.000004	0.000003	0.000002	0.000001	0.000000	0.000000
5	0.36	0.000012	0.000008	0.000005	0.000004	0.000002	0.000001	0.000001	0.000000
10	0.38	0.000015	0.000010	0.000007	0.000005	0.000003	0.000002	0.000001	0.000000
20	0.42	0.000020	0.000014	0.000009	0.000007	0.000004	0.000003	0.000001	0.000000
25	0.42	0.000020	0.000014	0.000009	0.000007	0.000004	0.000003	0.000001	0.000000
50	0.80	0.000046	0.000032	0.000021	0.000016	0.000010	0.000006	0.000003	0.000001
100	0.80	0.000054	0.000038	0.000025	0.000019	0.000012	0.000007	0.000003	0.000001
200	0.80	0.000062	0.000044	0.000029	0.000022	0.000013	0.000008	0.000003	0.000001

Locality	Renaissance Lsol								
Extent	2170	square meters							
Return	Runoff	Estimated amount of maximum expected runoff in							
period	Coefficient	cubic meters/ second for different time periods							
Years	C	5 minutes	10 minutes	20 minutes	30 minutes	1 hour	2 hours	6 hours	24 hours
2	0.33	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.33	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.36	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
10	0.38	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
20	0.42	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
25	0.42	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00
50	0.50	0.10	0.07	0.05	0.04	0.02	0.01	0.01	0.00
100	0.50	0.12	0.08	0.05	0.04	0.03	0.01	0.01	0.00
200	0.80	0.13	0.09	0.06	0.05	0.03	0.02	0.01	0.00

Sub areas									
	Area m <sup>2</sup>	5 min peak discharge	Peak discharge		30 min peak discharge	Peak discharge	Number of downspouts to carry the peak flow		Comments
Sub Roof 1	2183	m <sup>3</sup> /sec	m <sup>3</sup> /sec		m <sup>3</sup> /sec	m <sup>3</sup> /sec			Drained to Groundwater
1:50 Yrs		0.1009516	0.00841264		0.0353646	0.017682	<b>3.186</b>	4	<b>Recommended infiltration wells 6</b>
1:100 Yrs		0.1173969	0.00978307		0.04108891	0.020544	<b>3.701704</b>	4	<b>Recommended infiltration wells 6</b>
Sub Roof 2	1420								Drained to Groundwater
1:50 Yrs		0.0656671	0.00547226		0.023004	0.011502	<b>2.072432</b>	3	<b>Recommended infiltration wells 4</b>
1:100 Yrs		0.0763644	0.0063637		0.02672756	0.013364	<b>2.407888</b>	3	<b>Recommended infiltration wells 4</b>
Sub Roof 3	1790								Drained to Groundwater
1:50 Yrs		0.0827776	0.00689813		0.028998	0.014499	<b>2.612432</b>	3	<b>Recommended infiltration wells 4</b>
1:100 Yrs		<b>0.0962622</b>	0.00802185		0.03369178	0.016846	<b>3.035295</b>	4	<b>Recommended infiltration wells 4</b>
Sub Roof 5	675								Drained to Groundwater
1:50 Yrs		0.031215	0.00260125		0.010935	0.005468	<b>0.985135</b>	1	<b>Recommended infiltration wells 2</b>
1:100 Yrs		0.0363	0.003025		0.012705	0.006353	<b>1.144595</b>	2	<b>Recommended infiltration wells 2</b>
Sub Roof 4	2495								Drained to Groundwater
1:50 Yrs		0.1153799	0.00961499		0.040419	0.02021	<b>3.641351</b>	4	<b>Recommended infiltration wells 6</b>
1:100 Yrs		0.1341756	0.0111813		0.04696144	0.023481	<b>4.230761</b>	5	<b>Recommended infiltration wells 6</b>
Uncovered	2030								
Sub Roof 6									Drained to streets

1:50 Yrs		0.0938762	0.00782302		0.032886	0.016443	2.962703	3	
1:100 Yrs		0.1091689	0.00909741		0.03820911	0.019105	3.442262	4	
Land scaped area	2170								
1:50 Yrs		0.1166978	0.00972481		0.035154	0.017577	3.167027	4	
1:100 Yrs		0.1347811	0.01123176		0.04084422	0.020422	3.67966	4	
TOTAL	12763								

