



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΑΚΑΔΗΜΑΙΚΟ ΕΤΟΣ 2020-2021

ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

«Βιοκλιματικός σχεδιασμός του λιμανιού της Ζακύνθου»

ΧΕΙΜΑΡΙΟΥ ANNA

A.M.: 36

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΦΟΥΝΤΑ ΝΙΚΗ

ΙΩΑΝΝΙΝΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2020



Το λιμάνι της Ζακύνθου (Google Maps, 2020).

Περίληψη

Η παρούσα εργασία επιδιώκει την ανάλυση των βιοκλιματικών παραμέτρων για την αειφορία και βιωσιμότητα των λιμένων, με πρόθεση την εφαρμογή τους στο λιμάνι της Ζακύνθου. Προς διαμόρφωση της βιοκλιματικής αυτής πρότασης χρησιμοποιήθηκε το κλιματικό εργαλείο Weather Tool. Βάσει των προτάσεων που αποτυπώνονται, το λιμάνι της Ζακύνθου θα μπορεί να χαρακτηριστεί ως βιοκλιματικό και ταυτόχρονα ως ένα λιμάνι, που μεγάλα κρουαζιερόπλοια καθώς σκάφη αναψυχής θα προσδένονται με ασφάλεια. Επιπλέον, θα παρέχει τόσο στους κατοίκους όσο και στους τουρίστες ένα σημείο - πόλο έλξης για την ενασχόληση με πολλαπλές και ενδιαφέρουσες δραστηριότητες αναψυχής και άθλησης. Με τις προτάσεις αυτές το λιμάνι θα αναβαθμιστεί, ώστε να μπορεί να εξυπηρετεί με ασφάλεια τις ανάγκες για τις οποίες κατασκευάστηκε εξαρχής (εξυπηρέτηση κρουαζιερόπλοιων μεταξύ άλλων) με έναν τρόπο που να μην επιβαρύνει το τοπικό περιβάλλον και που θα προσφέρει νέες ευκαιρίες τουριστικής και οικονομικής ανάπτυξης.

Λέξεις κλειδιά: βιοκλιματικά λιμάνια, βιοκλιματικός σχεδιασμός, κλίμα, βιωσιμότητα, λιμάνι Ζακύνθου.

Abstract

The purpose of this thesis is the analysis of bioclimatic parameters for the sustainability and viability of ports, with the intention of their application in the port of Zakynthos. Weather Tool was used to ensure that the port is able to be bioclimatic. Based on the proposals, the port can be characterized as bioclimatic and concurrently as a port, where large cruise ships and yachts are now moored safely. In addition, the port will provide both residents and tourists with a point of attraction for engaging in multiple and interesting leisure and sports activities. The port is now able to be upgraded so that it can safely serve the needs for which it was built from the beginning (cruise ship service among others) in a way that does not burden the local environment and that will offer new opportunities for tourism and economic development.

Keywords: bioclimatic ports, bioclimatic design, climate, sustainability, Zakynthos port.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη	iii
Abstract	iv
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ	vii
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΕΙΚΟΝΩΝ	viii
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
Σημαντικότητα θέματος και διατύπωση ερευνητικού προβλήματος	1
Σκοπός και στόχοι της εργασίας	2
1 ΜΕΘΟΔΟΣ	4
2 ΑΕΙΦΟΡΙΑ - ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑ	5
2.1 Εισαγωγή.....	5
2.2 Βιοκλιματικός σχεδιασμός.....	7
2.2.1 Βιοκλιματική προσέγγιση για βιωσιμότητα.....	7
2.2.2 Βασικές ιδέες και αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού	10
2.2.3 Βιοκλιματικός σχεδιασμός - παθητικά συστήματα	11
2.3 Επέκταση βιοκλιματικού σχεδιασμού σε χωροταξικό επίπεδο.....	26
2.4 Βιοκλιματικός σχεδιασμός σε λιμάνια	26
2.5 Ενέργεια από την ξηρά.....	30
3 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΕ ΛΙΜΑΝΙΑ	34
3.1 Εισαγωγή.....	34
3.2 Πρόταση αρχιτεκτονικού γραφείου OfficeTwentyFiveArchitects	34
3.3 Πρόταση αρχιτεκτονικού γραφείου Fotis Zapantiotis Associated Architects	43
3.4 Λιμάνι της Βαλένθια	49
3.5 Λιμάνι της Μάλτας.....	52

4	ΤΟ ΛΙΜΑΝΙ ΤΗΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ	55
4.1	Βασικές πληροφορίες λιμανιού	55
4.2	Το κλίμα την περιοχή του λιμανιού	57
4.2.1	Θερμοκρασία	58
4.2.2	Άνεμος	60
4.2.3	Υγρασία	63
4.2.4	Ηλιακή ακτινοβολία	64
4.3	Ψυχομετρικό διάγραμμα	66
4.4	Βέλτιστος κτιριακός προσανατολισμός	69
5	ΕΡΜΗΝΕΙΑ	71
5.1	Εισαγωγή	71
5.2	Βιοκλιματικές προτάσεις	71
5.3	Ζώνες πράσινου	72
5.4	Λοιπές προτάσεις	75
5.5	Πρακτική εφαρμογή των αποτελεσμάτων	76
5.6	Συστάσεις για μελλοντική έρευνα	77
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ	78
	Ελληνόγλωσσες	78
	Ξενόγλωσσες	78
	Διαδικτυακές	83

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1: Σχεδιαστικές εφαρμογές για την άμεση χρήση της χειμερινής ηλιακής θέρμανσης σε κτίρια.....	13
Πίνακας 4.1: Μηνιαία θερμοκρασία (°C) βάσει του Weather Tool.	59
Πίνακας 4.2: Μηνιαία υγρασία (%) βάσει του Weather Tool.	64
Πίνακας 4.3: Ηλιακή ακτινοβολία βάσει του Weather Tool.	65

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΕΙΚΟΝΩΝ

Σχήμα 2.1: Ο παγκόσμιος πληθυσμός τα τελευταία 12.000 χρόνια.	5
Σχήμα 2.2: Βιοκλιματικό διάγραμμα του Olgyay.....	8
Σχήμα 2.3: Παράγοντες που επηρεάζουν τη θερμική άνεση του ανθρώπου.	9
Εικόνα 2.4: Φυσική ανταλλαγή ενέργειας μέσω του κελύφους του κτιρίου.	12
Εικόνα 2.5: Παραδείγματα συστημάτων άμεσου ηλιακού κέρδους κατά την ημέρα και τη νύχτα του χειμώνα και κατά το καλοκαίρι.	14
Εικόνα 2.6: Παραδείγματα κάθετων διατάξεων σκίασης.	17
Εικόνα 2.7: Παραδείγματα οριζόντιων διατάξεων σκίασης.	17
Εικόνα 2.8: Παραδείγματα συνδυασμού κατακόρυφων και οριζόντιων διατάξεων σκίασης.	18
Εικόνα 2.9: Παραδείγματα εξωτερικών διατάξεων - μεθόδων σκίασης.	19
Εικόνα 2.10: Επιπλέον παραδείγματα εξωτερικών διατάξεων - μεθόδων σκίασης.	20
Εικόνα 2.11: Παραδείγματα διαμπερούς αερισμού.	23
Εικόνα 2.12: Φαινόμενο της καμινάδας.	24
Εικόνα 2.13: Εφαρμογές βλάστησης.	25
Σχήμα 2.14: Σχηματική απεικόνιση της τεχνολογίας ενέργειας από την ξηρά στο λιμάνι της Κυλλήνης.	32
Εικόνα 3.1: Πανοραμική άποψη της πρότασης για το παλιό λιμάνι της Πάτρας.	37
Εικόνα 3.2: Λεπτομέρεια της πλατείας νερού.	38
Εικόνα 3.3: Λεπτομέρεια της προβλήτας της οδού Αγίου Νικολάου.	39
Εικόνα 3.4: Λεπτομέρεια των φωτοβολταϊκών δέντρων, που λειτουργούν για την ενεργειακή αυτονομία του χώρου.	40
Εικόνα 3.5: Λεπτομέρεια των χώρων καθήμενων.	41
Εικόνα 3.6: Λεπτομέρεια των έξυπνων κουτιών και των διαφορετικών δυνατοτήτων που προσφέρουν (WC, σημεία πληροφοριών, καντίνες ή/ και καταστήματα).	42
Εικόνα 3.7: Κάτοψη της πρότασης.	45
Εικόνα 3.8: Πανοραμική άποψη της πρότασης.	46
Εικόνα 3.9: Λεπτομέρεια της προβλήτας με την ανοιχτή πισίνα.	47
Εικόνα 3.10: Λεπτομέρεια της καφετέριας.	48

Εικόνα 3.11: Λεπτομέρεια (α) του χώρου στάθμευσης των ποδηλάτων και (β) του χώρου καθήμενων.	49
Εικόνα 3.12: Λιμάνι των πόλεων α) Σαγούντο, β) Βαλένθια και γ) Γανδία.	50
Εικόνα 3.13: Το λιμάνι της Μάλτας.	53
Εικόνα 3.14: Νυχτερινός φωτισμός στο λιμάνι της Μάλτας πριν (αριστερά) και μετά (δεξιά) την εφαρμογή του συστήματος ελεγχόμενου φωτισμού.	54
Εικόνα 4.1: Το λιμάνι της Ζακύνθου.	56
Εικόνα 4.2: Παράδειγμα απεικόνισης κλιματολογικών δεδομένων στο Weather Tool.	57
Εικόνα 4.3: Μέση εβδομαδιαία θερμοκρασία (°C) βάσει του Weather Tool.	59
Εικόνα 4.4: Ροδόγραμμα ταχύτητας του ανέμου κατά το καλοκαίρι βάσει του Weather Tool. ..	60
Εικόνα 4.5: Ροδόγραμμα θερμοκρασίας του ανέμου κατά το καλοκαίρι βάσει του Weather Tool.	61
Εικόνα 4.6: Ροδόγραμμα α) ταχύτητας και β) θερμοκρασίας του ανέμου κατά το χειμώνα βάσει του Weather Tool.	62
Εικόνα 4.7: Μέση εβδομαδιαία σχετική υγρασία (%) βάσει του Weather Tool.	63
Εικόνα 4.8: Μέση εβδομαδιαία άμεση ηλιακή ακτινοβολία (W/ m ²) βάσει του Weather Tool. .	65
Εικόνα 4.9: Μέση εβδομαδιαία έμμεση ηλιακή ακτινοβολία (W/ m ²) βάσει του Weather Tool. .	66
Εικόνα 4.10: Ψυχομετρικό διάγραμμα βάσει του Weather Tool.	67
Εικόνα 4.11: Ζώνη άνεσης μετά την εφαρμογή βιοκλιματικών πρακτικών.	68
Εικόνα 4.12: Ποσοστό άνεσης πριν και μετά την εφαρμογή των τριών βιοκλιματικών πρακτικών βάσει του Weather Tool.	69
Εικόνα 4.13: Βέλτιστος κτιριακός προσανατολισμός βάσει του Weather Tool.	70

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σημαντικότητα θέματος και διατύπωση ερευνητικού προβλήματος

Τα λιμάνια έχουν εξελιχθεί σε ένα ουσιαστικό τμήμα της οικονομίας κάθε χώρας (Schipper et al., 2017). Η αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού, η συνακόλουθη παγκόσμια αύξηση του εμπορίου, η αύξηση των μεγεθών των πλοίων και η ανάγκη εκσυγχρονισμού των υφιστάμενων λιμένων μεταξύ άλλων απαιτούν ουσιαστικές επενδύσεις στα λιμάνια (Bilkovic et al., 2017). Αντίθετα, μη ανάπτυξη/ εκσυγχρονισμός των λιμανιών δύναται να έχει ως αποτέλεσμα απώλεια του εμπορίου, του τουρισμού ή ακόμη και της ανταγωνιστικής θέσης μίας περιοχής με λιμάνι, επομένως η παγκόσμια εξέλιξη στην ανάπτυξη των λιμένων δεν αναμένεται να σταματήσει (De Boer et al., 2013).

Ταυτόχρονα όμως τα λιμάνια, πέραν του ότι είναι σημαντικοί κόμβοι μεταφορών εντός ενός παράκτιου συστήματος, αποτελούν στρατηγικά περιουσιακά στοιχεία (Yap & Lam, 2013), που εντοπίζονται σε σύνθετα περιβάλλοντα. Τα περιβάλλοντα αυτά χαρακτηρίζονται από αλληλεπιδράσεις μεταξύ υλικών δικτύων (π.χ. υποδομές, δίκτυα μεταφορών), καθώς και από κοινωνικοοικονομικές επιδράσεις (π.χ. ευκαιρίες απασχόλησης) και διαδικασίες οικολογικού συστήματος (π.χ. μεταφορές ιζημάτων, μετανάστευση ιχθύων και δυναμική παράκτιων οικοτόπων) (PIANC, 2014; Nebot et al., 2017; Kronfeld-Goharani, 2018).

Ενώ οι περισσότερες έρευνες επικεντρώνονται στις τεχνικές και διαχειριστικές πτυχές των εξελίξεων στα λιμάνια, αυξάνεται η συνειδητοποίηση ότι τα λιμάνια μπορούν να έχουν μεγάλες και μακροπρόθεσμες περιφερειακές επιπτώσεις στις κοινότητες και τα οικοσυστήματα (PIANC, 2014; Nebot et al., 2017; Kronfeld-Goharani, 2018). Αυτές οι επιπτώσεις συχνά υπερβαίνουν το μέγεθος της ίδιας της λιμενικής ανάπτυξης και μπορούν να είναι θετικές και αρνητικές. Για παράδειγμα, τα λιμάνια ενδέχεται να έχουν θετικό αντίκτυπο στις τοπικές ευκαιρίες απασχόλησης και στην περιφερειακή οικονομική ανάπτυξη (Yap & Lam, 2013), αλλά και στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος και την απώλεια πόρων (Peris-Mora et al., 2005; Lam & Notteboom, 2014).

Ωστόσο, ο προγραμματισμός και ο σχεδιασμός των εξελίξεων στις θαλάσσιες μεταφορές συχνά καθοδηγούνται κυρίως από οικονομικούς λόγους και όχι από την υιοθέτηση μιας ευρύτερης κλίμακας προοπτικής για την καταγραφή των περιφερειακών επιπτώσεων στις κοινότητες και τα οικοσυστήματα (Yap & Lam, 2013). Προς το παρόν η διαδικασία ανάπτυξης των λιμανιών, ανεξάρτητα από το πόσο καλά εφαρμόζεται συνήθως, έχει ως αποτέλεσμα την περιβαλλοντική υποβάθμιση και συνεπώς δεν μπορεί να θεωρηθεί ως βιώσιμη. Δεδομένου ότι οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις επηρεάζουν ταυτόχρονα την οικονομική και κοινωνική ευημερία, υπάρχει ανάγκη και κίνητρο για έναν ολοκληρωμένο βιώσιμο πολεοδομικό σχεδιασμό, που θα επικεντρώνεται σε ευκαιρίες επωφελείς για όλους, ενώ ταυτόχρονα θα στοχεύει στην ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών ζημιών (De Boer et al., 2013).

Στη βιώσιμη αυτή προσέγγιση ο βιοκλιματικός σχεδιασμός αποτελεί μία σημαντική έννοια και ιδέα, που λαμβάνει υπόψη το κλίμα και τις ανθρώπινες σχέσεις στην εξέταση της σκοπιμότητας του σχεδιασμού οποιασδήποτε κατασκευής (Zr & Mochtar, 2013). Άλλωστε, ο βιοκλιματικός σχεδιασμός είναι ένας τομέας αρχιτεκτονικής, που κυριαρχείται από τις αρχές της οικολογίας και της βιωσιμότητας. Ο όρος βιοκλιματικός σχεδιασμός συνεπάγεται σχεδιασμό που αποσκοπεί στην προστασία του περιβάλλοντος και των φυσικών πόρων. Στόχος της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής είναι η δημιουργία αστικών περιοχών και κτιρίων, που έχουν σχεδιαστεί για να καλύπτουν πλήρως τις ενεργειακές ανάγκες τους χωρίς να προκαλούν περιβαλλοντικές ζημιές (LANDCO, 2020).

Σκοπός και στόχοι της εργασίας

Στόχος της εργασίας είναι η ανάλυση των βιοκλιματικών παραμέτρων για την αειφορία και βιωσιμότητα των λιμένων, με πρόθεση την εφαρμογή τους στο λιμάνι της Ζακύνθου. Προς επίτευξη του σκοπού αυτού, οι επιμέρους στόχοι της εργασίας είναι οι εξής:

1^{ος} Στόχος: Βιβλιογραφική ανασκόπηση των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού, με έμφαση στις αρχές που αναφέρονται στο επίπεδο σχεδιασμού χώρου και τοπίου και όχι μεμονωμένου κτιρίου.

2^{ος} Στόχος: Βιβλιογραφική ανασκόπηση της θεωρητικής εφαρμογής των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού σε λιμάνια.

3^{ος} Στόχος: Βιβλιογραφική ανασκόπηση παραδειγμάτων βιοκλιματικών λιμανιών στη Μεσόγειο, την Ελλάδα ή/ και ειδικότερα στα Ιόνια νησιά.

1 ΜΕΘΟΔΟΣ

Η μεθοδολογία της παρούσας εργασίας ακολουθεί δύο κατευθύνσεις. Ειδικότερα, ως πρώτη κατεύθυνση συνιστά η βιβλιογραφική ανασκόπηση όλων εκείνων των δευτερογενών δεδομένων, των δεδομένων δηλαδή εκείνων που αποτελούν προϊόν εργασίας άλλων μελετητών, που σχετίζονται με τους τρεις επιμέρους στόχους της έρευνας, δηλαδή (α) τη διεξοδική ανασκόπηση των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού, με την έμφαση να αποδίδεται σε αρχές που αναφέρονται σε επίπεδο σχεδιασμού χώρου και τοπίου και όχι μεμονωμένου κτιρίου, (β) την ανασκόπηση της θεωρητικής εφαρμογής των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού σε λιμάνια και (γ) την ανασκόπηση παραδειγμάτων βιοκλιματικών λιμανιών στη Μεσόγειο, την Ελλάδα ή/ και ειδικότερα στα Ιόνια νησιά. Πηγές κάλυψης των επιμέρους στόχων της παρούσας εργασίας αποτέλεσαν οι συναφείς επιστημονικές δημοσιεύσεις, εκθέσεις και βιβλία, καθώς και ιστοσελίδες, όπως αναλυτικά στις βιβλιογραφικές αναφορές αυτές παραθέτονται.

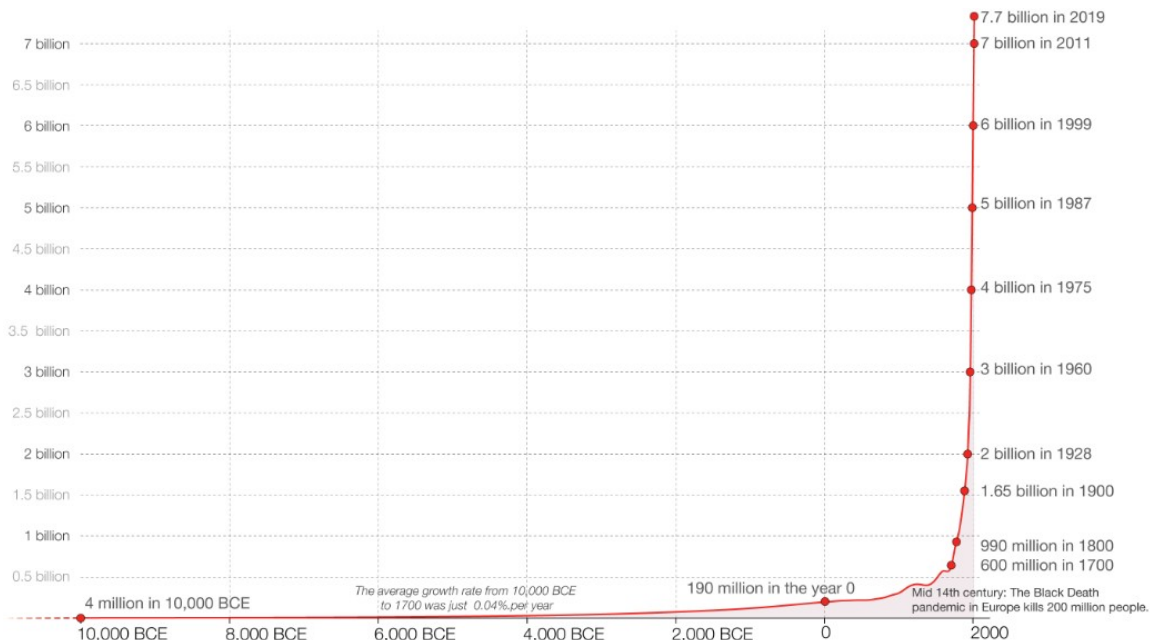
Από την άλλη, δεύτερη κατεύθυνση της εργασίας αποτελεί η μελέτη περίπτωσης, δηλαδή το ίδιο το λιμάνι της Ζακύνθου και η διαμόρφωση πρότασης βιοκλιματικής αναβάθμισης αυτού. Λαμβάνοντας υπόψη ότι για να καταστεί το λιμάνι της Ζακύνθου βιοκλιματικό, δεδομένου ότι το κλίμα διαδραματίζει κυρίαρχο ρόλο, απαιτείται να διεξαχθεί μία λεπτομερής ανάλυση του κλίματος της Ζακύνθου. Η ανάλυση αυτή πραγματοποιήθηκε μέσω του εργαλείου Weather Tool του λογισμικού Autodesk Ecotect Analysis 2011.

2 ΑΕΙΦΟΡΙΑ - ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑ

2.1 Εισαγωγή

Η ανθρωπότητα είχε έναν βιώσιμο τρόπο ζωής, χρησιμοποιώντας τους τοπικούς πόρους και τη γεωργία μέχρι τη βιομηχανική επανάσταση. Μετά τη βιομηχανική επανάσταση, τα ορυκτά καύσιμα χρησιμοποιήθηκαν για σχεδόν κάθε βιομηχανική παραγωγή (Bovill, 2014). Παράλληλα με την ταχεία ανάπτυξη της βιομηχανίας και της τεχνολογίας, ο πληθυσμός αυξήθηκε επίσης δραματικά τους τελευταίους αιώνες. Για παράδειγμα, ο πληθυσμός εκτοξεύθηκε από περίπου 1 δισεκατομμύριο σε 7,7 δισεκατομμύρια σε δύο μόλις αιώνες, από τα 1800 και μέχρι σήμερα (Roser et al., 2020). Επομένως, η παραγωγή ανά άτομο αυξάνεται, οδηγώντας στο συμπέρασμα ότι κάποια στιγμή στο μέλλον οι πόροι στο οικοσύστημα της γης δεν θα επαρκούν. Σημειώνεται ότι η χρήση ορυκτών καυσίμων ως ενέργεια για την αυξανόμενη παραγωγή, με τη σειρά της, έχει αυξήσει σημαντικά τα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) στην ατμόσφαιρα, γεγονός που έχει οδηγήσει σε μία κατάσταση επιτάχυνσης της κλιματικής αλλαγής (Nunez, 2020).

Σχήμα 2.1: Ο παγκόσμιος πληθυσμός τα τελευταία 12.000 χρόνια.



Πηγή: (Roser et al., 2020)

Βιώσιμα έργα, που έλαβαν υπόψη τις βιοκλιματικές παρεμβάσεις, έχουν κατασκευαστεί σε σημαντικό βαθμό τα τελευταία χρόνια. Σύμφωνα με τον μη κερδοσκοπικό οργανισμό Greenspace (2011), ο σχεδιασμός και η κατασκευή βιώσιμων κτιρίων προσφέρουν τα εργαλεία για τη δημιουργία υψηλής απόδοσης, «υγιών» σπιτιών, κτιρίων και κοινοτήτων. Για το λόγο αυτό οι θεωρήσεις του βιώσιμου σχεδιασμού πρέπει να συμμετέχουν σε κάθε στάδιο της διαδικασίας σχεδιασμού και κατασκευής και να δημιουργούν ευκαιρίες για κάθε μέλος της ομάδας ανάπτυξης να αναπτύξει ένα καλύτερο από άποψη βιωσιμότητας κτίριο. Η ανάπτυξη ενός έργου μέσω μίας διαδικασίας συνεργασίας με όλα τα εμπλεκόμενα μέρη είναι απαραίτητη για τη λήψη των πιο κατάλληλων αποφάσεων. Για τις νέες κατασκευές, ο προσανατολισμός κτιρίων για να επωφεληθούν από τον ήλιο και τον άνεμο, ο αποτελεσματικός σχεδιασμός του εσωτερικού και των επιμέρους χώρων, η κατάλληλη επιλογή συστημάτων και της διαστασιολόγησης αυτών, καθώς και η διαστασιολόγηση του ίδιου του κτιρίου και η αεροστεγανότητα αυτού είναι οι βέλτιστες πρακτικές βιώσιμου σχεδιασμού (Greenspace, 2011).

Εφαρμόζοντας αυτές τις αρχές σχεδιασμού, το αρχικό και το μακροπρόθεσμο λειτουργικό κόστος μπορεί να μειωθεί ακόμη και σε υπάρχοντα κτίρια. Για παράδειγμα, είναι δυνατή η βελτιστοποίηση της συνολικής απόδοσης ενός κτιρίου, συνδυάζοντας την αναβάθμιση των υαλοπινάκων με υαλοπίνακες υψηλής απόδοσης, τη σωστή διαστασιολόγηση των μηχανικών συστημάτων, τη χρήση ενεργειακά αποδοτικών συσκευών και συστημάτων θέρμανσης-αερισμού-κλιματισμού (Heating, Ventilation, and Air Conditioning, HVAC), τη χρήση συσκευών εξοικονόμησης νερού και τη χρήση μη τοξικών κατασκευαστικών υλικών με την εκμετάλλευση του τοπικού κλίματος και του τοπίου για την εκμετάλλευση του φυσικού αερισμού, των ηλιακών θερμικών ωφελειών και της φυσικής σκίασης και ούτω καθεξής. Με τον τρόπο αυτό παράλληλα εξασφαλίζεται η βελτίωση της ποιότητας ζωής για τους χρήστες του κτιρίου. Επιπλέον, με τη μείωση των παραγόμενων απορριμμάτων μέσω της ανακύκλωσης, με την αγορά υλικών από τοπικές πηγές και την ελαχιστοποίηση της απορροής υδάτων, τα κτίρια γίνονται βιώσιμα και προσαρμόζονται στο περιβάλλοντα χώρο και τον πλανήτη (Greenspace, 2011).

Η ανωτέρω προσέγγιση είναι η βάση της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής, η οποία θα αναλυθεί διεξοδικότερα ακολούθως.

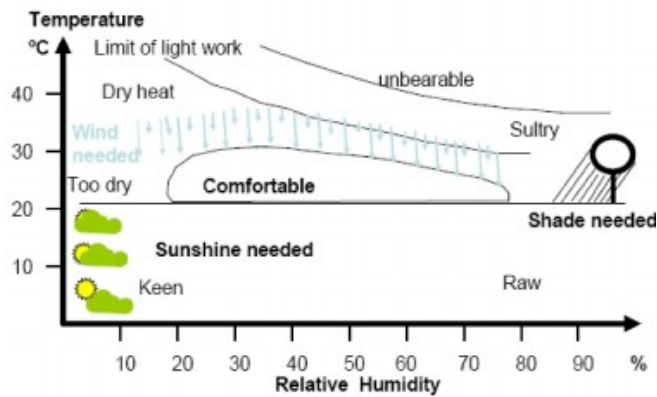
2.2 Βιοκλιματικός σχεδιασμός

2.2.1 Βιοκλιματική προσέγγιση για βιωσιμότητα

Ο όρος «βιοκλιματικό» σημαίνει αυτό που εμπίπτει ή που σχετίζεται με τη σχέση μεταξύ ζωντανών οργανισμών και κλίματος (Merriam-Webster Dictionary, 2020). Χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά σε όρους σχεδιασμού το 1963 από τον αρχιτέκτονα και πολεοδόμο Victor Olgyay (Olgyay & Olgyay, 1963), ο οποίος επεσήμανε την ανάγκη να ληφθούν υπόψη κλιματολογικοί παράγοντες στο σχεδιασμό κτιριακών χώρων, που θα ήταν θερμικά άνετοι για τους χρήστες τους (Olgyay et al., 2015). Ωστόσο, σημειώνεται ότι η εξέλιξη της αρχιτεκτονικής ιστορικά είναι γεμάτη με πολλά σχετικά παραδείγματα ανταπόκρισης του κτιριακού σχεδιασμού σε συγκεκριμένο περιβάλλον και σε συγκεκριμένα κλιματολογικά πλαίσια, μέσα στα όρια των διαθέσιμων πόρων, των τεχνολογικών εξελίξεων που είχαν επιτευχθεί μέχρι τότε και των προσδοκιών για την ποιότητα του περιβάλλοντος. Η σχέση ανάμεσα στο κλίμα, την άνεση και την αρχιτεκτονική αποτέλεσε μία διαρκή ανησυχία και τα κτίρια ανταποκρίθηκαν σε τοπικές ειδικές συνθήκες σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό (Evans, 2007).

Επίσης, ο Olgyay (1963) ανέπτυξε το βιοκλιματικό διάγραμμα (bioclimatic chart), που βασίζεται στις θερμοκρασίες ξηρού βολβού, τις ταχύτητες ανέμου και τη σχετική υγρασία, προκειμένου να προσδιορίσει τα όρια της ζώνης άνεσης για τον άνθρωπο. Όπως επισημαίνει, εάν προσδιοριστεί ότι οι κλιματολογικές συνθήκες είναι εκτός της ζώνης άνεσης, τότε απαιτούνται διορθωτικές παρεμβάσεις. Η ζώνη άνεσης μπορεί να οριστεί ως οι πιο παραγωγικές και αποδοτικές για τον άνθρωπο συνθήκες και βασίζεται στην οπτική, ακουστική, ψυχολογική και θερμική άνεση. Ωστόσο, το κλειδί είναι η θερμική άνεση, διότι χωρίς βελτιστοποίηση της θερμικής ισορροπίας, οι συνθήκες άνεσης δεν μπορούν να ικανοποιηθούν και οι άνθρωποι δεν μπορούν να είναι παραγωγικοί (Manzano-Agugliaro et al., 2015; Szokolay, 2017). Η ζώνη άνεσης και το βιοκλιματικό διάγραμμα του Olgyay απεικονίζονται στο Σχήμα 2.2.

Σχήμα 2.2: Βιοκλιματικό διάγραμμα του Olgyay.



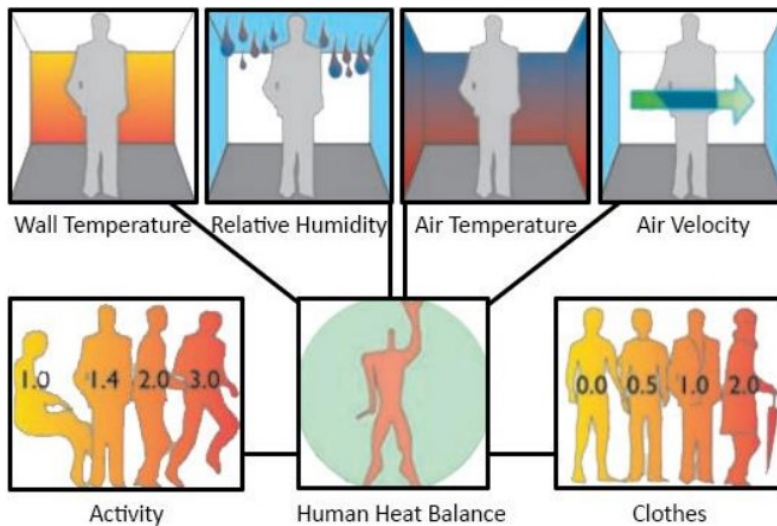
Πηγή: (Nikolopoulou, 2011)

Η προσέγγιση βιοκλιματικού σχεδιασμού συνεπάγεται την εφαρμογή μίας λογικής ακολουθίας ανάλυσης, την ανίχνευση κατάλληλων στρατηγικών και τον συνειδητό περιβαλλοντικό έλεγχο ως απόκριση στις εξωτερικές επιπτώσεις του περιβάλλοντος και την ορθολογική χρήση των πόρων. Με αυτούς τους στόχους, οι στρατηγικές βιοκλιματικού σχεδιασμού αποσκοπούν να αξιοποιήσουν τις ευνοϊκές περιβαλλοντικές πτυχές, αποφεύγοντας ή μετριαζοντας παράλληλα τις αρνητικές επιπτώσεις μέσω κατάλληλων σχεδιαστικών αποφάσεων. Υποστηρίζεται ότι αυτή η ιδέα, σε συνδυασμό με μια ορθολογική διαδικασία για την επιλογή κατάλληλων στρατηγικών, επιτρέπει στο σχεδιαστή να βελτιστοποιεί την ενεργειακή κατανάλωση για τους χρήστες του δομημένου περιβάλλοντος (Iltter, 2018). Αν η προσέγγιση αυτή ληφθεί υπόψη και εξεταστεί από τα πρώτα στάδια του σχεδιασμού, έχει ακόμη μεγαλύτερη δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας. Μερικά από τα βασικά στοιχεία, που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για την επιτυχή εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού, είναι η βροχόπτωση, η θερμότητα (του ήλιου), το τοπίο, η ποιότητα του αέρα, ο φυσικός φωτισμός, ο άνεμος και τα κατασκευαστικά υλικά (Bajčinovci & Jerliu, 2016).

Άλλωστε, σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την άνεση του ανθρώπου είναι η θερμοκρασία του αέρα, η ακτινοβολία, η κίνηση του αέρα και η υγρασία (Olgyay & Olgyay, 1963). Αφού, όπως σημειώθηκε ανωτέρω, η θερμική άνεση σχετίζεται με την θερμική ισορροπία μεταξύ του ανθρώπινου σώματος και του περιβάλλοντός του, οι παραπάνω παράγοντες μπορούν να βελτιστοποιηθούν μέσω στρατηγικών βιοκλιματικού σχεδιασμού, ώστε το εκάστοτε άτομο να αποκτήσει τη βέλτιστη θερμική αίσθηση στον τρέχοντα χώρο, που βρίσκεται. Ειδικότερα, αυτή

η ισορροπία θερμότητας παρέχεται με αγωγιμότητα, κίνηση αέρα, εξάτμιση της υγρασίας του δέρματος και ακτινοβολία (Mathur & Chand, 2003). Στο Σχήμα 2.3 απεικονίζονται αυτές οι παράμετροι. Τρεις από αυτές εξαρτώνται από μεμονωμένους παράγοντες και πιο συγκεκριμένα από το μεταβολισμό, την ένδυση και τη θερμοκρασία του δέρματος. Τέσσερις από αυτές σχετίζονται με τον περιβάλλοντα χώρο και πιο συγκεκριμένα από τη θερμοκρασία, τη σχετική υγρασία, τη θερμοκρασία των επιφανειών και την ταχύτητα αέρα. Επομένως, προκειμένου να παρέχεται η βέλτιστη θερμική άνεση σε χώρους, οι αποφάσεις σχεδιασμού οφείλουν να λαμβάνουν υπόψη τις παραπάνω παραμέτρους (Brophy & Lewis, 2011).

Σχήμα 2.3: Παράγοντες που επηρεάζουν τη θερμική άνεση του ανθρώπου.



Πηγή: (Brophy & Lewis, 2011)

Μολονότι ο Böer (1989) καθόρισε τις στρατηγικές βιοκλιματικού σχεδιασμού ως την ελαχιστοποίηση της αγωγίμης ροής θερμότητας, διείσδυσης και εξωτερικής ροής αέρα και ηλιακού κέρδους, την προώθηση ηλιακού κέρδους, αερισμού, ψύξης με ακτινοβολία και ψύξης με εξάτμιση και την παροχή θερμικής αποθήκευσης, οι Cañas και Martín (2004) καθόρισαν τις στρατηγικές ως την υψηλή θερμική μάζα, την προστασία από την ηλιακή ακτινοβολία, την εκμετάλλευση της βροχόπτωσης, του ανέμου και των ψυχρών θερμοκρασιών, τη χρήση ηλιακής ακτινοβολίας και φυσικών πόρων, την κατάλληλη μορφή δόμησης και πολεοδόμησης.

2.2.2 Βασικές ιδέες και αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού

Σύμφωνα με τον Košir (2019), οι σημαντικότερες πτυχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι η ανάλυση κλίματος και τοποθεσίας καθώς και οι σχεδιαστικές στρατηγικές, που μειώνουν ή εξαλείφουν την ανάγκη για μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και η μελέτη του τρόπου, που αυτές οι στρατηγικές επηρεάζουν την τοποθέτηση, τον προσανατολισμό και τη σκίαση του κτιρίου. Αναφορικά με τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού, αυτές άπτονται της μορφής του κτιρίου, του προσανατολισμού, της ηλιακής σκίασης, του αερισμού, της μόνωσης, της φυσικής ψύξης και θέρμανσης, της αρχιτεκτονικής τοπίου και του ημερήσιου-φυσικού φωτισμού, της επιλογής υλικών, της μάζας του κτιρίου, της θέσης των κύριων χώρων και της ανανεώσιμης ενέργειας (Košir, 2019). Ο Duran (2010) απαριθμεί τις εξής δέκα βασικές αρχές βιοκλιματικού σχεδιασμού:

- 1) Η κύρια πρόσοψη του κτιρίου πρέπει να βλέπει προς το νότο (για το νότιο ημισφαίριο), παρέχοντας σκιά το καλοκαίρι και ηλιακό φως με τη μορφή θερμότητας να διεισδύει στο κτίριο κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Η κλίση της οροφής του κτιρίου εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος του κτιρίου.
- 2) Το κτίριο πρέπει να είναι κοντά σε φυλλοβόλα δέντρα, που παρέχουν σκιά το καλοκαίρι και που επιτρέπουν το ηλιακό φως με τη μορφή θερμότητας να διεισδύει στο κτίριο κατά τη διάρκεια του χειμώνα.
- 3) Οι συμπαγείς τοίχοι και τα υλικά επιτρέπουν τη μεγαλύτερη θερμική αδράνεια, την ικανότητα δηλαδή του υλικού να αποθηκεύει θερμότητα και ενέργεια, κάτι που οδηγεί στη μεγαλύτερη αποθήκευση θερμότητας, η οποία και μπορεί στη συνέχεια να απελευθερώνεται με σταθερό ρυθμό.
- 4) Εναλλακτικά, μπορεί να εγκατασταθεί ένα σύστημα αερισμού ανάκτησης θερμότητας, που περιλαμβάνει ηλιακά θερμικά πάνελ, μόνωση, παράθυρα ενεργειακής εξοικονόμησης με τριπλά τζάμια, τροφοδοσία και εξαγωγή αέρα, σύστημα αερισμού ανάκτησης θερμότητας και εναλλάκτης θερμότητας εδάφους.
- 5) Μεγάλες γυάλινες επιφάνειες πρέπει να εγκαθίστανται στη νότια πλευρά του κτιρίου για να επιτρέπουν τη συλλογή ηλιακής ενέργειας.

- 6) Θα πρέπει να τοποθετείται ένα αυτό-απορροφητικό κάλυμμα θερμότητας-ανέμου (thermo-wind self-suction hood) σε καμινάδες, ώστε να αποβάλλεται η υπερβολική θερμότητα.
- 7) Προτείνεται η άφθονη χρήση φεγγιτών και η τοποθέτησή τους στρατηγικά, σύμφωνα με τις θέσεις του ήλιου για καλύτερο φυσικό φωτισμό. Οι φεγγίτες μπορούν να φωτίσουν τους διαδρόμους, τα μπάνια, τις σοφίτες και άλλα δωμάτια. Η χρήση περιστρεφόμενων φεγγιτών επιτρέπει στα παράθυρα να ρυθμίζονται ανάλογα με την εποχή.
- 8) Προτείνεται η χρήση φυσικής μόνωσης και αδιάβροχα και διαπερατά υλικά για την οροφή.
- 9) Προτείνεται η χρήση τοπικών πόρων ως οικοδομικά υλικά για τη μείωση των εκπομπών άνθρακα από τη μεταφορά των οικοδομικών υλικών.
- 10) Ο ηλεκτρισμός του κτιρίου πρέπει να πληροί μια απαίτηση βολτ ανά μέτρο.

Οι ανωτέρω βασικές αρχές θα αξιοποιηθούν εν γένει στο σχεδιασμό του λιμανιού της Ζακύνθου.

2.2.3 Βιοκλιματικός σχεδιασμός - παθητικά συστήματα

Μία από τις βασικές πτυχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού συνιστούν τα παθητικά συστήματα, που βασίζονται στη βέλτιστη εκμετάλλευση του κλίματος για το σχεδιασμό των κτιρίων. Αν και στην παρούσα εργασία επίκεντρο δεν αποτελεί ο σχεδιασμός ενός ή περισσότερων κτιρίων, το γεγονός ότι στην ανάπτυξη του λιμανιού της Ζακύνθου θα συμπεριληφθούν και κάποιες, έστω και υποτυπώδεις κτιριακές εγκαταστάσεις, συνηγορεί στην παράθεση κάποιων πληροφοριών για τα παθητικά συστήματα.

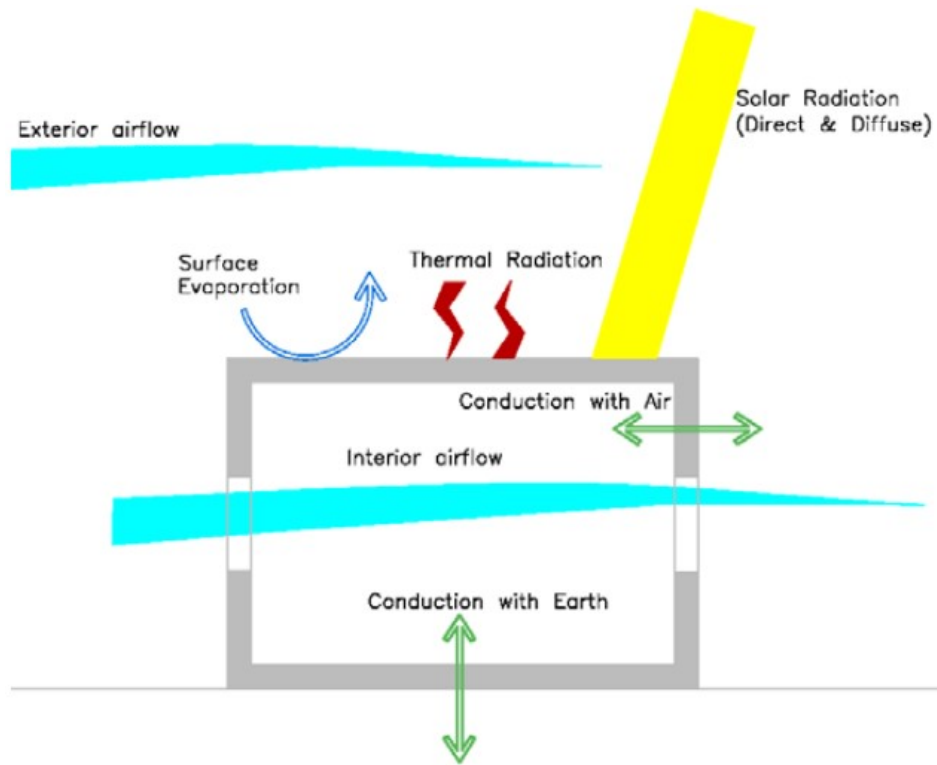
Ο οποιοσδήποτε ορισμός των παθητικών ηλιακών εννοιών και ιδεών πρέπει να βασίζεται σε ολόκληρο το σύνολο των «οδών» ανταλλαγής φυσικής ενέργειας μέσω ενός κτιρίου (Εικόνα 2.4). Αυτές οι οδοί μπορούν να γίνουν κατανοητές από την άποψη των κλασικών ορισμών της μηχανικής της μεταφοράς ενέργειας θέρμανσης, δηλαδή της αγωγιμότητας¹, της μεταφοράς², της ακτινοβολίας³ και της εξάτμισης⁴ (Howard & Fraker, 1990; Taylor et al., 2019).

¹ από το θερμότερο προς το ψυχρότερο αντικείμενο με άμεση επαφή

² από το στρώμα αέρα δίπλα σε ένα θερμότερο αντικείμενο με έκθεση σε ψυχρότερα ρεύματα αέρα

³ από το θερμότερο προς το ψυχρότερο αντικείμενο εντός της άμεσης διαδρομής των ακτινοβολούμενων κυμάτων θερμότητας, ανεξάρτητα από τη θερμοκρασία του αέρα μεταξύ τους

Εικόνα 2.4: Φυσική ανταλλαγή ενέργειας μέσω του κελύφους του κτιρίου.



Πηγή: (Howard & Fraker, 1990)

Η πρώτη ευρεία χρήση του όρου «παθητικός» σχεδιασμός χρησιμοποιήθηκε για να περιγράψει έννοιες σχεδιασμού για την άμεση χρήση της χειμερινής ηλιακής θέρμανσης σε κτίρια (Πίνακας 2.1). Στην περίπτωση που εφαρμογές, όπως αυτές του εν λόγω πίνακα, σχεδιαστούν σωστά, χρησιμοποιώντας τα πιο συνηθισμένα παραδείγματα παθητικών τεχνικών, όπως παράθυρα με νότιο προσανατολισμό και τοίχους θερμικής αποθήκευσης, θα υπάρχει ελάχιστη ή καθόλου ανάγκη για αντλίες και ανεμιστήρες, που θα μετακινούν την ηλιακή θερμότητα, όπως συμβαίνει με τη συμβατική θέρμανση, ή για «ενεργά» (μηχανικά) ηλιακά συστήματα από το συλλέκτη προς την αποθήκευση και τελικά προς το εσωτερικό του κτιρίου (Howard & Fraker, 1990; Taylor et al., 2019).

⁴ από τη θερμότερη επιφάνεια στον περιβάλλοντα αέρα με έκθεση σε υγρασία, που θερμαίνεται, κατά συνέπεια, στην αέρια του κατάσταση, καθώς επίσης και από την λανθάνουσα θερμότητα που απορροφάται στον αέρα όταν η υγρασία εξατμίζεται, μειώνοντας έτσι την αισθητή θερμότητα (θερμοκρασία ξηρού βολβού) στον αέρα

Πίνακας 2.1: Σχεδιαστικές εφαρμογές για την άμεση χρήση της χειμερινής ηλιακής θέρμανσης σε κτίρια.

		Αγωγιμότητα	Μεταφορά	Ακτινοβολία	Εξάτμιση
Χειμώνας	Ενίσχυση ηλιακών κερδών			Προώθηση ηλιακών κερδών	
	Αντίσταση στις απώλειες	Μείωση ροής θερμότητας μέσω μεταφοράς	Μείωση ροής θερμότητας προς το εξωτερικό περιβάλλον Μείωση της διείσδυσης του αέρα		
Καλοκαίρι	Αντίσταση στα ηλιακά κέρδη	Μείωση ροής θερμότητας μέσω μεταφοράς		Μείωση ηλιακών κερδών	
	Ενίσχυση απωλειών	Καθυστέρηση περιοδικής ροής θερμότητας	Προώθηση αερισμού	Προώθηση ψύξης μέσω ακτινοβολίας (radiant cooling)	Προώθηση εξατμιστικής ψύξης (evaporative cooling)

Πηγή: (Howard & Fraker, 1990)

Σημειώνεται ότι η παροχή θερμότητας των συστημάτων παθητικής ηλιακής θέρμανσης δεν μπορεί να σταματήσει κατά βούληση. Έτσι ένα κτίριο μπορεί να συνεχίσει να θερμαίνεται από ένα παθητικό ηλιακό σύστημα ακόμη και κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, οπότε και σύστημα μπορεί να προκαλέσει υπερθέρμανση και δυσφορία (Gordon, 2013; Muellejans et al., 2020; Vaddin et al., 2020).

2.2.3.1 Κύριες κατηγορίες παθητικού ηλιακού σχεδιασμού

Οι τρεις κύριες κατηγορίες παθητικού ηλιακού σχεδιασμού είναι (Vaddin et al., 2020):

- 1) Άμεσου ηλιακού κέρδους,
- 2) Έμμεσου ηλιακού κέρδους, όπως θερμικοί τοίχοι αποθήκευσης και ηλιακοί συλλέκτες αέρα,
- 3) Απομονωμένου ηλιακού κέρδους, όπως παθητικά ηλιακά θερμοκήπια.

Επειδή οι κτιριακές κατασκευές που προτείνεται να σχεδιαστούν για το λιμάνι της Ζακύνθου αναμένεται να είναι απλές σε ό,τι αφορά τη δομή και τον αριθμό των χώρων, παρουσιάζονται κάτωθι μόνο τα συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους.

Εικόνα 2.5: Παραδείγματα συστημάτων άμεσου ηλιακού κέρδους κατά την ημέρα και τη νύχτα του χειμώνα και κατά το καλοκαίρι.



Πηγή: (Givoni, 1994)

Το σύστημα άμεσου ηλιακού κέρδους, που αποτελεί και τον πιο κοινό και απλό σχεδιασμό, εντοπίζεται σε κτίρια στα οποία οι ίδιοι οι χώροι ενεργούν ως συλλέκτες της ηλιακής ενέργειας, χρησιμοποιώντας παράθυρα με νότιο προσανατολισμό, που επιτρέπουν στο φως του ήλιου να εισέλθει απευθείας στο κτίριο (Εικόνα 2.5). Η θερμική μάζα με τη μορφή τοίχων ή δαπέδων από μπετόν ή τοιχοποιίας συλλαμβάνει και αποθηκεύει την ενέργεια του ήλιου. Η αύξηση της έκτασης των ηλιακών υαλοπινάκων στα κτίρια με συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους αυξάνει επίσης αναλογικά το ηλιακό κέρδος κατά τη διάρκεια της ημέρας. Αυξάνει επίσης την απώλεια θερμότητας μέσω του υαλοπίνακα κατά τις χειμερινές νύχτες, καθώς και την ανεπιθύμητη αύξηση θερμότητας κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Η αναλογία μεταξύ αυτών των διαφορετικών θερμικών επιδράσεων εξαρτάται από τη σχετική σοβαρότητα των χειμερινών και καλοκαιρινών εποχών σε μία δεδομένη περιοχή, καθώς και από τις ιδιότητες και τις λεπτομέρειες των υαλοπινάκων. Αυτές οι ιδιότητες είναι η ηλιακή μετάδοση και η θερμική

αγωγιμότητα των ίδιων των υαλοπινάκων, η διαθεσιμότητα της νυχτερινής μόνωσης κατά τη διάρκεια του χειμώνα, καθώς και η ηλιακή έκθεση και η διαθεσιμότητα της μόνωσης κατά τη διάρκεια της ημέρας (εκτός από τη σκίαση) κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού (Givoni, 1994; Vaddin et al., 2020).

2.2.3.2 Προσανατολισμός κτιριακών στοιχείων και σχήμα κτιρίου

Αναφορικά με τον προσανατολισμό των ανοιγμάτων στο εκάστοτε κτίριο, για τη συλλογή της μέγιστης ηλιακής ακτινοβολίας, αναπτύχθηκαν βασικές παραδοχές για ανοίγματα αποδεκτού ηλιακού προσανατολισμού και κλίσης. Ένα άνοιγμα 15° και στις δύο πλευρές προς τον καθαρό νότο είναι γενικά αποδεκτό ως κανόνας για τον προσανατολισμό στις περισσότερες τοποθεσίες στο βόρειο ημισφαίριο. Ο κανόνας για τη βέλτιστη κλίση, δηλαδή τη γωνία μεταξύ του ανοίγματος και του οριζόντιου επιπέδου, ως προς τη συλλογή ηλιακής ακτινοβολίας καθορίστηκε η κλίση να είναι ίση με τη γωνία γεωγραφικού πλάτους, στην οποία βρίσκεται η εγκατάσταση. Έτσι, για παράδειγμα ένα φωτοβολταϊκό πάνελ για την Ζάκυνθο, της οποίας το γεωγραφικό πλάτος είναι περίπου 38° , θα έχει βέλτιστη κλίση στις 37° σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο (Prowler & Kelbaugh, 1990; Trubiano, 2011).

Για τη θέρμανση χώρου, η βέλτιστη κλίση καθορίστηκε να είναι το γεωγραφικό πλάτος συν 15° (η απώλεια για αποκλίσεις έως και 20° από αυτά τα βέλτιστα θεωρείται μέτρια). Στην πραγματικότητα, οι υπολογισμοί έχουν δείξει ότι κάθετες επιφάνειες με πρόσθετες αντανάκλασεις από χιόνι ή ανακλαστήρες στο προσκήνιο αναχαιτίζουν σχεδόν τόσο ακτινοβολία κατά τη διάρκεια της περιόδου θέρμανσης όσο και οι βέλτιστα κεκλιμένες επιφάνειες (Prowler & Kelbaugh, 1990; Trubiano, 2011).

Η η μεγαλύτερη και άμεση πηγή αύξησης θερμικών κερδών στο εσωτερικό ενός κτιρίου είναι η ηλιακή ακτινοβολία που εισέρχεται μέσα από ένα άνοιγμα (παράθυρο). Αυτό θα μπορούσε να αυξήσει την εσωτερική θερμοκρασία πολύ πάνω από την εξωτερική θερμοκρασία του αέρα. Οι υαλοπίνακες των παραθύρων είναι πρακτικά διαφανείς στην υπέρυθη ακτινοβολία μικρού κύματος που εκπέμπεται από τον ήλιο, αλλά σχεδόν αδιαφανείς στην ακτινοβολία μεγάλων κυμάτων, που εκπέμπεται από τα αντικείμενα στο εσωτερικό του κτιρίου. Η συνέπεια αυτού είναι ότι η ακτινοβολούμενη θερμότητα, μόλις εισέλθει μέσα από ένα παράθυρο, παγιδεύεται μέσα στο κτίριο. Το καλοκαίρι, ωστόσο, ο συμπαγής σχεδιασμός έχει ελαφρώς

χειρότερη απόδοση σε μέσες και ακραίες θερμοκρασίες (Prowler & Kelbaugh, 1990; Trubiano, 2011).

Ο Sergides (1991) συνέκρινε τέσσερις παραλλαγές σχήματος για τα κτίρια (ορθογώνιο, σχήματα τύπου L, σχήματα τύπου Π και τετράγωνο) και παρατήρησε ότι το τετράγωνο διατηρεί το προβάδισμά ως το πιο οικονομικό κτίριο σε ό,τι αφορά την ενεργειακή κατανάλωση τόσο για τη θέρμανση όσο και για την ψύξη. Η προσθήκη εσωτερικής μάζας σε συνδυασμό με τη μεγιστοποίηση των υαλοπινάκων του νότου αυξάνει την εξοικονόμηση ενέργειας στη θέρμανση και για τα τέσσερα μελετώμενα σχήματα. Το ορθογώνιο σχήμα εμφανίζει τα υψηλότερα ποσά εξοικονόμησης. Αυτή η διαφορά αποδίδεται στη μεγαλύτερη έκταση της αύξησης των υαλοπινάκων νότου σε αυτό το σχήμα.

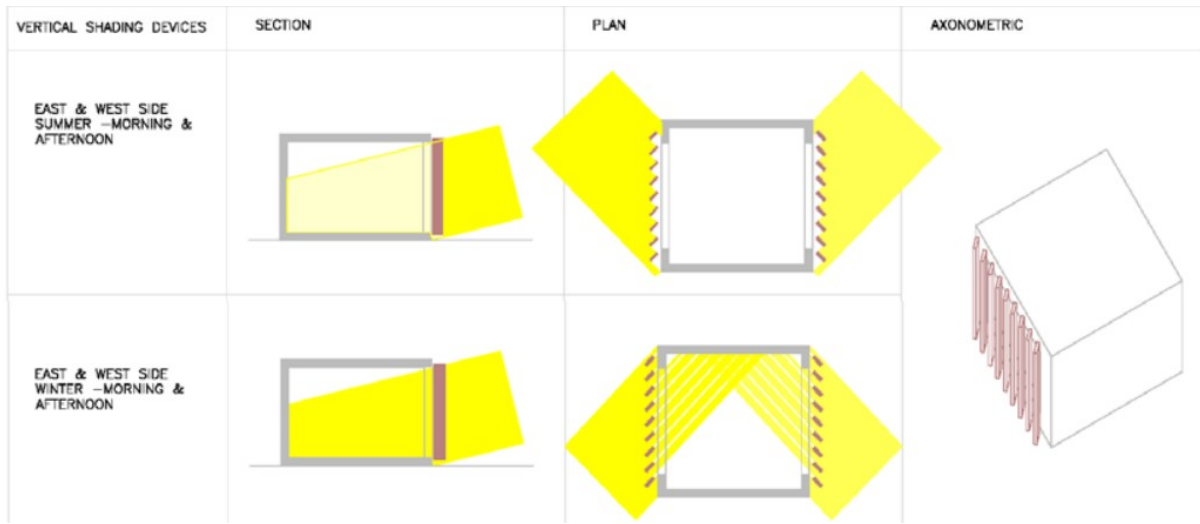
2.2.3.3 Εξωτερικές διατάξεις σκίασης

Οι επιπτώσεις της ηλιακής ακτινοβολίας στα κτίρια σε θερμά κλίματα πρέπει να μειωθούν όχι μόνο με τον προσανατολισμό και αποτελεσματικό σχεδιασμό της κατασκευής, αλλά και με την επαρκή σκίαση, η οποία και αφορά κυρίως την ηλιακή ακτινοβολία, που εισέρχεται από τα παράθυρα και τους τοίχους. Διατίθενται διάφορες μέθοδοι για τις απαιτήσεις σκίασης των τοίχων και των παραθύρων με την κάθε πρόσοψη να πρέπει να εξετάζεται ξεχωριστά για να επιτευχθεί ο πιο αποτελεσματικός ηλιακός έλεγχος. Η κατασκευή εξωτερικών συσκευών σκίασης μπορεί να είναι:

- **Κινητή:** οι κινητές διατάξεις σκίασης μπορούν να παρέχονται έτσι ώστε να σκιάζουν το κτίριο κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών ημερών αλλά όχι κατά το χειμώνα. Η πλήρης σκίαση είναι προτιμότερη το καλοκαίρι, και σε κάθε περίπτωση η σκίαση του νότιου τοίχου είναι απαραίτητη (Kolokotroni, 1985). Η εισαγωγή παραθυρόφυλλων και η προσθήκη προεξοχών και πλευρικών διατάξεων σκίασης καταλήγει σε σημαντική μείωση της ψύξης. Η συνολική εξοικονόμηση είναι 20% τόσο για τη θέρμανση όσο και για την ψύξη (Sergides, 1991).
- **Κάθετη:** οι κάθετες διατάξεις σκίασης αποτελούνται από διατάξεις περσίδων ή προεξέχουσες διατάξεις σε κατακόρυφη θέση. Η οριζόντια γωνία σκιάς μετρά την απόδοσή τους. Οι στενές περσίδες, σε στενή απόσταση μεταξύ τους, μπορούν να δώσουν την ίδια γωνία σκίασης με πιο ευρείς περσίδες σε ευρύτερη απόσταση μεταξύ τους. Μπορεί να φανεί ότι αυτός ο τύπος συσκευής είναι πιο αποτελεσματικός όταν ο ήλιος

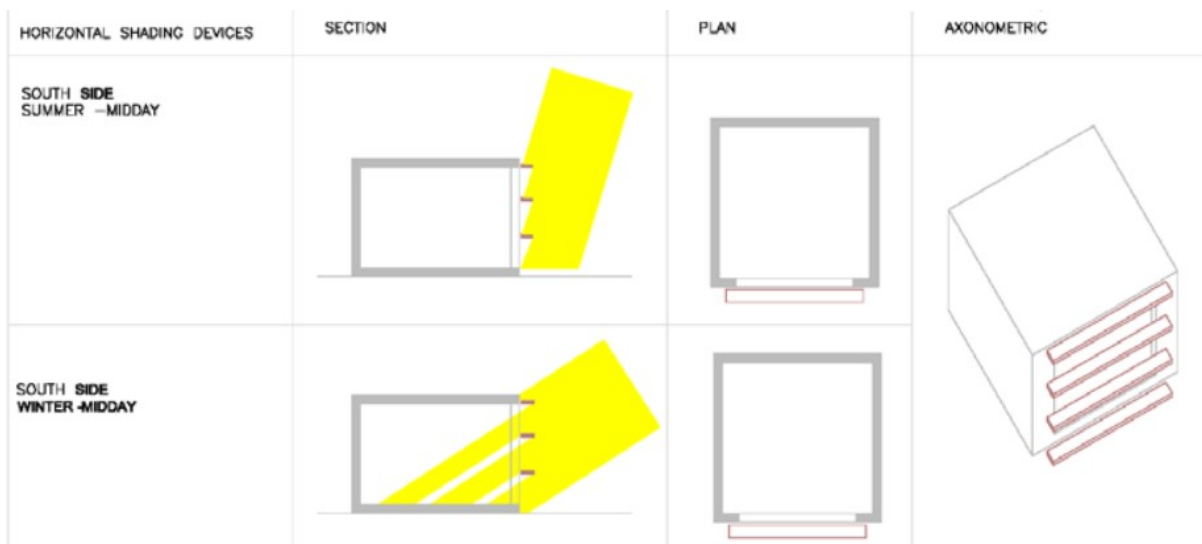
βρίσκεται στη μία πλευρά του υψομέτρου, όπως ένα ανατολικό ή δυτικό υψόμετρο. Για να είναι μια κατακόρυφη συσκευή αποτελεσματική όταν ο ήλιος είναι απέναντι από τον τοίχο, θα πρέπει να παρέχει σχεδόν πλήρη κάλυψη ολόκληρου του παραθύρου (Givoni, 1994).

Εικόνα 2.6: Παραδείγματα κάθετων διατάξεων σκίασης.



Πηγή: (Givoni, 1994)

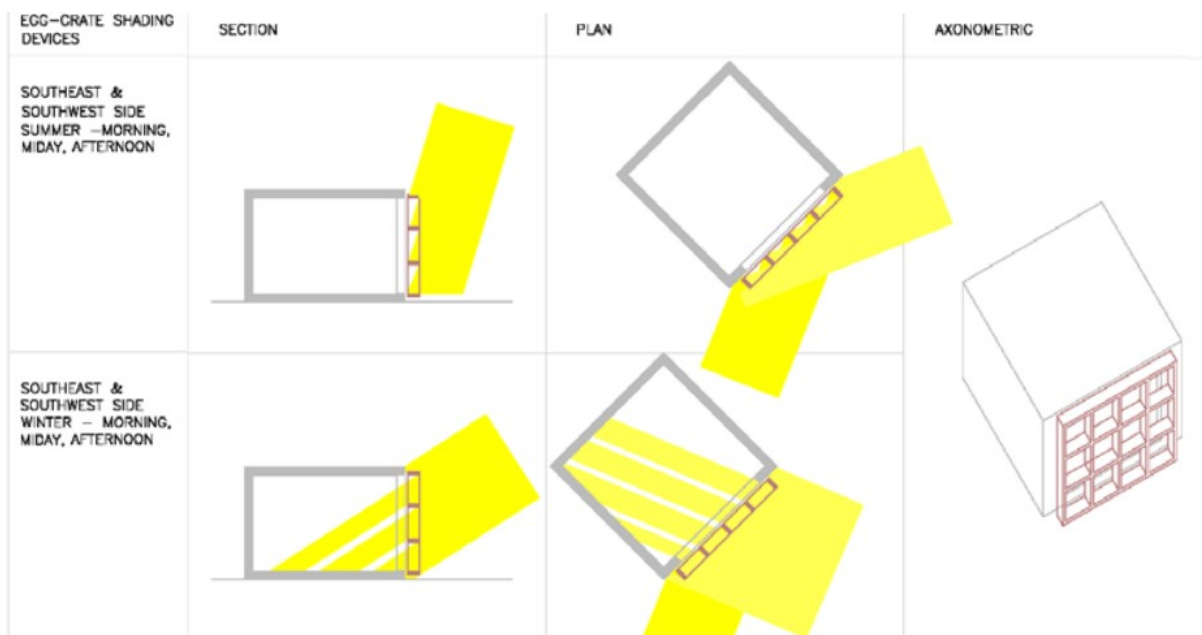
Εικόνα 2.7: Παραδείγματα οριζόντιων διατάξεων σκίασης.



Πηγή: (Givoni, 1994)

- **Οριζόντια:** οι οριζόντιες διατάξεις σκίασης μπορούν να αποτελούνται από προεξοχές οροφής, θόλους, μπαλκόνια, οριζόντιες λεπίδες περσίδων ή εξωτερικά εφαρμοσμένες περσίδες. Οι προεξέχουσες πλάκες είναι επίσης κοινές μορφές οριζόντιας σκίασης. Η απόδοσή τους μετράται από την κατακόρυφη γωνία σκιάς. Οι οριζόντιες διατάξεις σκίασης είναι πιο αποτελεσματικές όταν ο ήλιος είναι απέναντι από την όψη του κτιρίου και σε υψηλή γωνία, όπως για παράδειγμα για τους τοίχους με νότιο προσανατολισμό. Για να αποκλειστεί ένας ήλιος χαμηλής γωνίας, η οριζόντια διάταξη σκίασης θα πρέπει να καλύψει πλήρως το παράθυρο (Givoni, 1994).
- Διατάξεις σκίασης, που είναι συνδυασμοί οριζόντιων και κάθετων στοιχείων και που μπορούν να είναι αποτελεσματικές για κάθε προσανατολισμό ανάλογα με τις διαστάσεις, που θα έχουν (Givoni, 1994).


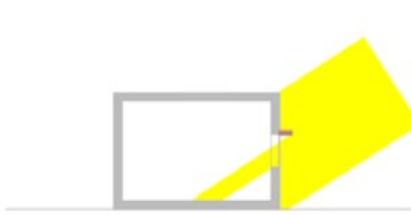
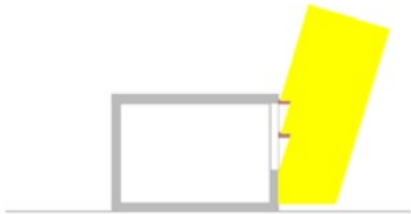

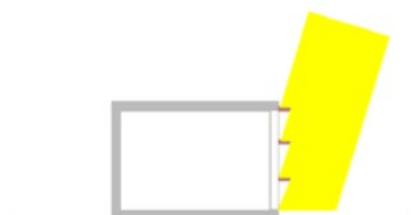
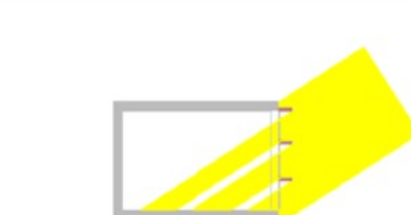




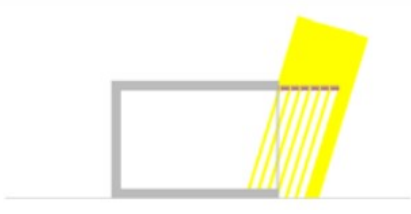

Εικόνα 2.8: Παραδείγματα συνδυασμού κατακόρυφων και οριζόντιων διατάξεων σκίασης.



Πηγή: (Givoni, 1994)

Άλλες εξωτερικές διατάξεις - μέθοδοι σκίασης παρατίθενται στις ακόλουθες εικόνες:

Εικόνα 2.9: Παραδείγματα εξωτερικών διατάξεων - μεθόδων σκίασης.

SHADING METHODS	SUMMER	WINTER
HORIZONTAL SHADING DEVICES		
HORIZONTAL SHADING DEVICES		
HORIZONTAL SHADING DEVICES		
HORIZONTAL SHADING DEVICES LIGHT SHELVE		
OVERHANG		
PERGOLA		

Πηγή: (Givoni, 1994)

Εικόνα 2.10: Επιπλέον παραδείγματα εξωτερικών διατάξεων - μεθόδων σκίασης.

SHADING METHODS	SUMMER	WINTER
SHADED ROOF		
CONTROLLED EXTERNAL SHADING DEVICE		
VEGETATION		
VEGETATION - PERGOLA		
SHADING BY NEARBY BUILDINGS		

Πηγή: (Givoni, 1994)

2.2.3.4 Φυσικός αερισμός

Ο καλός αερισμός είναι το κλειδί για ένα άνετο και υγιές κτίριο. Το κτίριο μπορεί να δροσιστεί με το άνοιγμα και το κλείσιμο των θυρών και των παραθύρων, απομακρύνοντας τον ζεστό αέρα και εισάγοντας φρέσκο αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου. Αυτό το φυσικό αποτέλεσμα είναι αρκετό για να διατηρηθεί ένα κτίριο άνετο. Σε άλλες περιπτώσεις, οι δυνάμεις της πίεσης του αέρα και της βαρύτητας δεν επαρκούν για την κυκλοφορία του αέρα σε ένα κτίριο, με αποτέλεσμα να απαιτείται κάποιος μηχανικός μηχανισμός για την παροχή επαρκούς αερισμού. Οι ανεμιστήρες και οι εξαεριστήρες είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος για την ενίσχυση της κυκλοφορίας του αέρα. Αυτός ο εξαναγκασμένος αερισμός μπορεί να συμπληρώσει ή ακόμη και να αντικαταστήσει τον κλιματισμό. Με προσεκτική επιλογή και με σωστό μέγεθος, οι ανεμιστήρες και οι εξαεριστήρες μπορούν να αυξήσουν τα επίπεδα άνεσης και να μειώσουν το κόστος ενέργειας (Allard et al., 1998; Haynes, 2015).

Το μέγεθος και η θέση των περιοχών εισόδου και εξόδου αέρα καθορίζουν το ρυθμό ροής αέρα. Ο μεγαλύτερος όγκος ροής αέρα συμβαίνει όταν οι περιοχές εισόδου και εξόδου είναι ίσες. Η ταχύτητα της τοπικής ροής αέρα είναι μεγαλύτερη όταν υπάρχει ανισορροπία μεταξύ των περιοχών εισόδου και εξόδου. Οι μεγαλύτερες εξοδοί δημιουργούν ταχύτερη ροή αέρα κοντά στις μικρότερες εισόδους και οι μεγαλύτερες εισοδοί δημιουργούν ταχύτερη ροή αέρα κοντά στις μικρότερες εξόδους. Κατά το σχεδιασμό ενός κτιρίου για φυσικό εξαερισμό, υπάρχουν πολλές κατευθυντήριες γραμμές που πρέπει να τηρηθούν (Larsen & Heiselberg, 2008; Warren & Parkins, 1985):

- Το κτίριο πρέπει να έχει σχεδιαστεί για να ανταποκρίνεται σε ανέμους οποιασδήποτε κατεύθυνσης.
- Είσοδοι και εξοδοί για τη ροή αέρα πρέπει να παρέχονται σε κάθε δωμάτιο.
- Οι είσοδοι και οι εξοδοί πρέπει να τοποθετούνται έτσι ώστε ο αέρας να ρέει μέσω τμημάτων του δωματίου, που είναι πιο πιθανό να χρησιμοποιούνται από τους χρήστες του κτιρίου.
- Πρέπει να χρησιμοποιούνται παράθυρα και πόρτες που ανοίγουν πλήρως.
- Οι εξαεριστήρες και τα παράθυρα πρέπει να είναι προσβάσιμα και εύχρηστα.

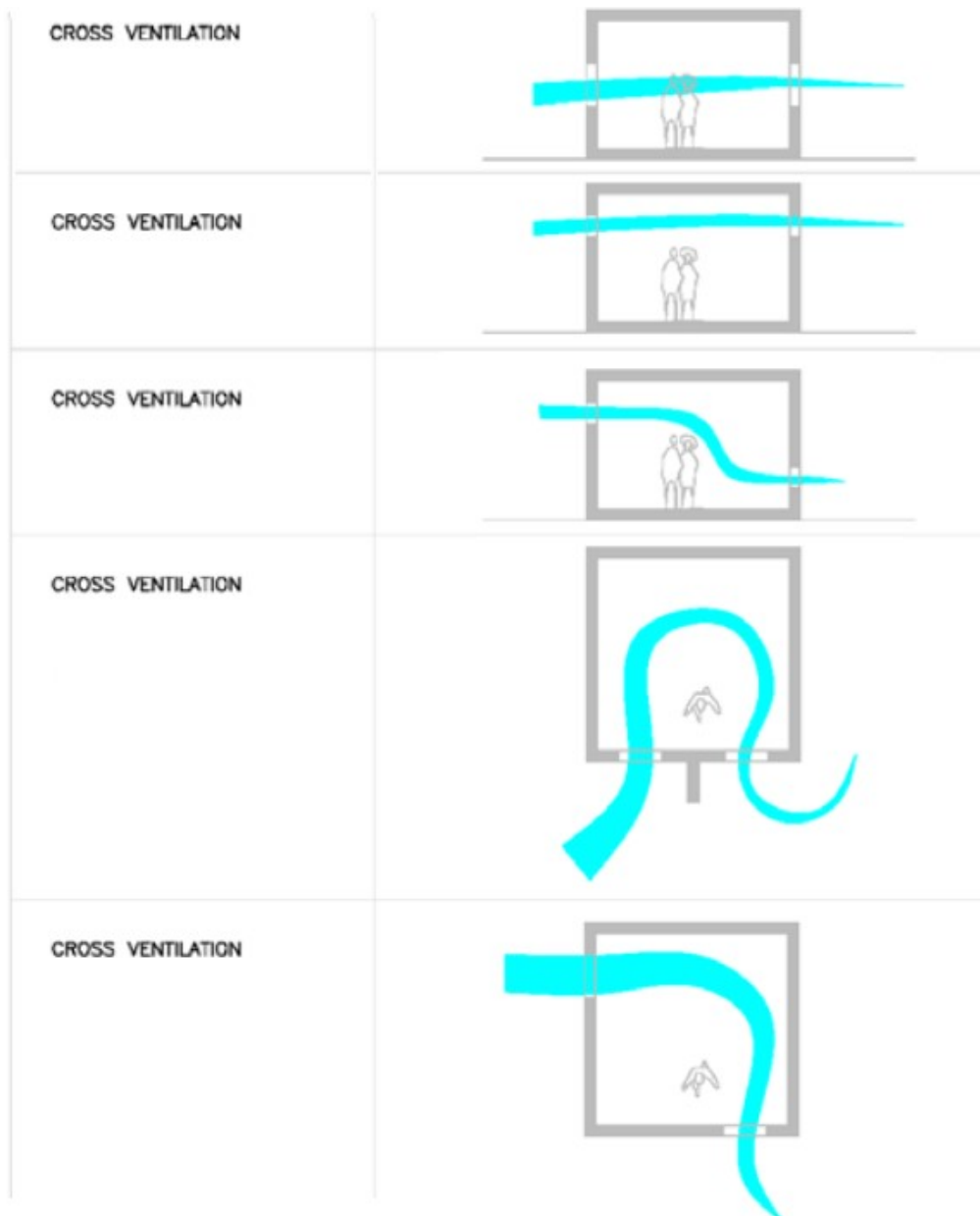
- Τα εμπόδια - εξωτερικά στοιχεία, όπως θάμνοι και φράκτες, μπροστά από τα παράθυρα, πρέπει να αποφεύγονται, χωρίς όμως να εξαλείφεται η σκίαση. Τα ψηλά δέντρα επιτρέπουν στον αέρα να εισέλθει, ενώ ταυτόχρονα παρέχουν σκιά.
- Τα ανοίγματα εξαερισμού πρέπει να συγκεντρώνονται σε χώρους που πιθανότατα απαιτούν ψύξη.
- Οι προεξοχές, οι βεράντες και τα γείσα χρησιμοποιούνται για την προστασία των παραθύρων και των εξαεριστήρων από τη βροχή. Αυτό επεκτείνει το χρόνο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο φυσικός αερισμός.
- Τα ανοίγματα εξαερισμού πρέπει να σφραγίζονται ερμητικά το χειμώνα ή όταν χρησιμοποιείται κλιματιστικό.

Οι κύριες μέθοδοι φυσικού αερισμού είναι ο διαμπερής αερισμός⁵ (Εικόνα 2.11) και το φαινόμενο της καμινάδας⁶ (Εικόνα 2.12). Οι σχεδιαστές σε θερμά κλίματα, όπως αυτό της Ζακύνθου, πρέπει συνήθως να εφαρμόζουν το φαινόμενο της καμινάδας (Chandra et al., 1983; Lechner, 2014; Kotani et al., 2009).

⁵ ο σταθερός καθοδηγούμενος από τον άνεμο αερισμός. Παράγεται όταν μία επικρατούσα κατεύθυνση ανέμου δημιουργεί διακριτές θετικές και αρνητικές πιέσεις (αναρρόφηση) στην είσοδο και την έξοδο.

⁶ το φαινόμενο της καμινάδας προκύπτει επειδή η πυκνότητα του αέρα μειώνεται με τη θερμοκρασία. Έτσι, η ροή του αέρα μπορεί να προκληθεί σε μία θερμική καμινάδα εξωτερική από το κτίριο, η οποία με τη σειρά της μπορεί να αερίζει ένα κτίριο.

Εικόνα 2.11: Παραδείγματα διαμπερούς αερισμού.



Πηγή: (Givoni, 1994)

Εικόνα 2.12: Φαινόμενο της καμινάδας.



Πηγή: (Givoni, 1994)

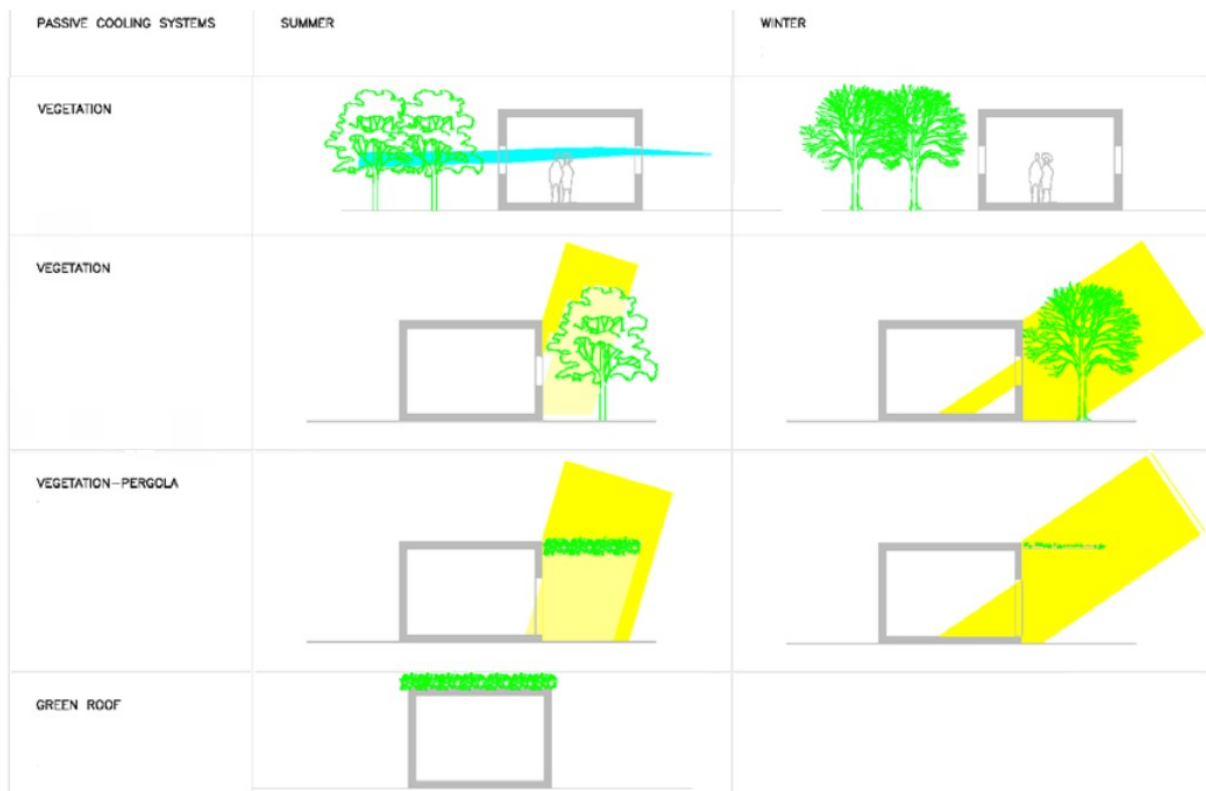
2.2.3.5 Βλάστηση

Η βλάστηση υπό τη μορφή δέντρων, θάμνων, αναρριχητικών φυτών και εδαφοκάλυψης μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά για τη βελτίωση του μικροκλίματος ενός κτιρίου. Τα φυλλοβόλα δέντρα είναι εξαιρετικά για σκίαση το καλοκαίρι, ενώ επιτρέπουν τον ηλιακή ακτινοβολία να διεισδύσει στο κτίριο κατά τη διάρκεια των χειμερινών μηνών. Τα αιθαλή δέντρα μπορούν να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά για σκίαση του κτιρίου ή των εξωτερικών χώρων από τον χαμηλής κλίσης ήλιο. Τα φυλλοβόλα αναρριχητικά φυτά που αναπτύσσονται πάνω από μία πέργκολα ή σε μία επιφάνεια τοίχου μπορούν να παρέχουν σκιά για το καλοκαίρι και να επιτρέπουν στον ήλιο να διεισδύει στο κτίριο το χειμώνα (Allard et al., 1998; Haynes, 2015).

Η βλάστηση επηρεάζει τη ροή του αέρα, που μπορεί να επιταχυνθεί ή να κατευθυνθεί μέσω κτιρίων με σωστό και προσεκτικό σχεδιασμό, με την προϋπόθεση βέβαια ότι η συμπεριφορά της ροής είναι προβλέψιμη. Ωστόσο, πρέπει να δοθεί μεγάλη προσοχή για να διασφαλιστεί ότι δεν εμποδίζεται η ελεύθερη ροή των δροσερών ρευμάτων. Η πυκνή αιθαλής βλάστηση, κατά προτίμηση σε δύο ή τρεις σειρές, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να σχηματίσει ανεμοφράκτες, να παρέχει προστασία έναντι των ψυχρών ανέμων, να παρέχει προστασία έναντι της μέσω του ανέμου μεταφερόμενων σκόνης και άμμου, να παρέχει προστασία της ιδιωτικής ζωής, καθώς και για τη μείωση της αντανάκλασης (Allard et al., 1998; Haynes, 2015).

Ανάλογα με το είδος των δέντρων, η βλάστηση φιλτράρει το φως του ήλιου και προστατεύει από την άμεση ακτινοβολία. Ένα πλήρες εμπόδιο στην ηλιακή ακτινοβολία παρέχει δροσερές περιοχές σκιάς το καλοκαίρι, ενώ τα φυλλοβόλα δέντρα επιτρέπουν την ηλιακή διείσδυση το χειμώνα για ηλιακό κέρδος. Διαφορετικοί τύποι φραγμών μέσω δέντρων και θάμνων μπορεί να παρέχουν διάφορα αποτελέσματα ελέγχου του ανέμου ανάλογα με το ύψος, την πυκνότητα και την απόστασή τους σε σχέση με το κτίριο. Η κατεύθυνση της κίνησης του αέρα προς το κτίριο και η μείωση της ταχύτητάς του ανέμου πρέπει να εξετάζονται προσεκτικά σύμφωνα με τις εποχικές συνθήκες ανέμου σε μία δεδομένη τοποθεσία. Η προστασία από τον άνεμο και ο φυσικός αερισμός απαιτούν την κατάλληλη τοποθέτηση και έλεγχο των φραγμών της βλάστησης προκειμένου να δοθεί ο επιθυμητός βαθμός ελέγχου σε συγκεκριμένες συνθήκες (Allard et al., 1998; Haynes, 2015). Στην κάτωθι εικόνα παρέχονται διαφορετικές εφαρμογές της βλάστησης για την παροχή ενός βέλτιστου μικροκλίματος τόσο κατά το καλοκαίρι όσο και κατά το χειμώνα:

Εικόνα 2.13: Εφαρμογές βλάστησης.



Πηγή: (Givoni, 1994)

2.3 Επέκταση βιοκλιματικού σχεδιασμού σε χωροταξικό επίπεδο

Όταν ο βιοκλιματικός σχεδιασμός ανάγεται σε χωροταξικό επίπεδο, στο επίκεντρο δε βρίσκεται πλέον το κτίριο, αλλά μία ολόκληρη τοποθεσία, η οποία μπορεί να αποτελείται μεταξύ άλλων από κτίρια. Ο στόχος βέβαια παραμένει ο ίδιος: μέσα από την αναγνώριση και την εφαρμογή των βιοκλιματικών πληροφοριών ο χωροταξικός σχεδιασμός να περιλαμβάνει λειτουργικά παθητικά συστήματα, που θα μειώσουν τις περιβαλλοντικές και οικονομικές επιπτώσεις. Με άλλα λόγια, η υιοθέτηση μίας βιοκλιματικής προσέγγισης στο χωροταξικό σχεδιασμό θα επηρεάσει θετικά τις περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές διαστάσεις της κοινότητας, αυξάνοντας την ορθή διαχείριση της γης (Daemei et al., 2019; Romero & Patricia, 2012).

Για το βιοκλιματικό σχεδιασμό σε χωροταξικό επίπεδο, το κλίμα είναι και πάλι το πρωτεύον στοιχείο που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη. Οι απαιτούμενες κλιματολογικές πληροφορίες συγκεντρώνονται, χρησιμοποιώντας τα ακόλουθα γραφήματα και εργαλεία (Romero & Patricia, 2012):

- Διαγράμματα θερμικής άνεσης (thermal comfort conditions charts),
- Βιοκλιματικό διάγραμμα,
- Πίνακας βιοκλιματικών αναγκών (bioclimatic needs table),
- Διαγράμματα ηλιακής κίνησης - θέσης (sun path diagram),
- Ροδόγραμμα ταχύτητας του ανέμου (wind rose).

Κάποια εκ των ανωτέρω διαγραμμάτων θα αξιοποιηθούν στην παρούσα εργασία για την πρόταση ανάπτυξης του λιμανιού της Ζακύνθου με όρους βιοκλιματικού σχεδιασμού.

2.4 Βιοκλιματικός σχεδιασμός σε λιμάνια

Ένα παραδοσιακό χωροταξικό σχέδιο λιμανιού υποδεικνύει με ποιον τρόπο θα μπορούσαν να οργανωθούν οι λειτουργίες του. Δεν περιλαμβάνει ένα κατασκευαστικό σχέδιο, αλλά παρέχει κατευθυντήριες γραμμές και πολιτικές για την εποπτεία της μελλοντικής ανάπτυξης ενός λιμανιού και για την ασφαλή φιλοξενία τοπικών και διεθνών πλωτών φορτίων. Τα πιο σχετικά αποτελέσματα ενός χωροταξικού σχεδίου είναι η διάταξη του εκάστοτε λιμανιού και η

περιγραφή της επένδυσης στις αναγκαίες υποδομές του. Οι κύριοι στόχοι ενός χωροταξικού σχεδίου λιμανιού είναι οι εξής (Cork et al., 2014):

- Προώθηση του «οράματος» για το λιμάνι, με την ενεργό συμμετοχή των ενδιαφερομένων.
- Ανάπτυξη του λιμανιού σύμφωνα με την εθνική και τη διεθνή νομοθεσία και οδηγίες.
- Συνδυασμός και ενσωμάτωση οικονομικών, περιβαλλοντικών και τεχνικών πτυχών, καθώς και πτυχών ασφάλειας στο συνολικό σχέδιο.
- Υποστήριξη της μακροπρόθεσμης ανάπτυξης του λιμανιού, δημιουργώντας λειτουργικές λιμενικές εγκαταστάσεις και λειτουργικούς χώρους.
- Χορήγηση αρκετής ευελιξίας, ώστε το λιμάνι να αντιδρά σε μεταβαλλόμενες τεχνολογίες, κανονισμούς και νομοθεσίες, καθώς και στον ανταγωνισμό από άλλα λιμάνια.

Οι κύριοι στόχοι περιλαμβάνουν περιβαλλοντικά και κοινωνικά στοιχεία, λαμβάνοντας υπόψη ένα επαρκές επίπεδο ευελιξίας για την υποστήριξη μακροπρόθεσμης ανάπτυξης. Με τον τρόπο αυτό δύναται να θεωρηθεί ότι η παραδοσιακή προσέγγιση δεν θα προκαλέσει περιβαλλοντικά προβλήματα. Ωστόσο, η παραδοσιακή διαδικασία στην πραγματικότητα δεν επιτυγχάνει πλήρως όλους αυτούς τους κύριους στόχους. Προκειμένου να γίνει αντιληπτό πως δεν επιτυγχάνονται αυτοί οι στόχοι κατά τη διαδικασία του σχεδιασμού, πρέπει να μελετηθεί λεπτομερέστερα η παραδοσιακή προσέγγιση σχεδιασμού λιμανιών. Η παραδοσιακή λοιπόν προσέγγιση μπορεί να χωριστεί στα εξής τέσσερα βασικά στοιχειώδη στάδια του κύκλου σχεδιασμού: (α) ανάλυση⁷, (β) σύνθεση και προσομοίωση⁸, (γ) αξιολόγηση⁹ και (δ) επιλογή¹⁰ (Ligteringen, 2017). Διαπιστώνεται ότι υπάρχει ένας «βρόχος» ανατροφοδότησης μεταξύ αυτών

⁷ συλλέγονται δεδομένα σχετικά με τη θέση και (αναμενόμενη) κατάσταση του λιμανιού. Γίνονται προβλέψεις για τη ροή φορτίου και τη σύνθεση του στόλου, μελετώνται οι πτυχές του περιβάλλοντος και της ασφάλειας, ενώ απαιτούνται δεδομένα τοποθεσίας, που συλλέγονται χρησιμοποιώντας μεταξύ άλλων βαθυμετρία και μελετώντας τις συνθήκες των κυμάτων, τα ρεύματα, τα επίπεδα του νερού και ούτω καθεξής.

⁸ μετά την ανάλυση, διάφορες εναλλακτικές ιδέες μπορούν να δημιουργηθούν, οδηγώντας τελικά στις δύο ή τρεις πιο ευνοϊκές εναλλακτικές. Αυτές οι εναλλακτικές μπορούν να δοκιμαστούν με τη βοήθεια προσομοιώσεων.

⁹ αφού τα αποτελέσματα των δοκιμών καταστούν γνωστά για όλες τις εναλλακτικές, οι εναλλακτικές μπορούν να συγκριθούν μεταξύ τους με την αξιολόγηση συγκεκριμένων πτυχών σχετικά με τα σχέδιά τους.

¹⁰ μετά τη σύγκριση επιλέγεται μία από τις εναλλακτικές ιδέες χωροταξικού σχεδιασμού.

των τεσσάρων βημάτων. Αυτό συμβαίνει μετά την αξιολόγηση, όταν παράγονται αρκετές γενικές ιδέες διάταξης, που μεταφράζονται σε δύο ή τρεις πιθανές εναλλακτικές. Με πιο ακριβή δεδομένα, αυτές οι εναλλακτικές μπορούν να επεξεργαστούν με περισσότερες λεπτομέρειες και κατά συνέπεια πραγματοποιούνται εκ νέου η αξιολόγηση και η επιλογή. Αφού επιλεγεί το πιο επιθυμητό χωροταξικό σχέδιο, ο παραπάνω κύκλος σχεδιασμού ακολουθείται από το πέμπτο και τελευταίο βήμα: την οριστικοποίηση¹¹ (Ligteringen, 2017):

Αυτό που μπορεί να διαπιστωθεί αμέσως είναι ότι δεν υπάρχει επιλογή τοποθεσίας στην παραδοσιακή διαδικασία σχεδιασμού. Πιο συγκεκριμένα, η παραδοσιακή ανάπτυξη των λιμανιών συχνά δεν θεωρεί την τοποθεσία ως μία μεταβλητή σχεδιασμού, αλλά συχνά ως το σημείο εκκίνησης. Γενικά, η λιμενική αρχή επιλέγει τη θέση του λιμένα και μία κατασκευαστική εταιρεία είναι υπεύθυνη για τη διαδικασία σχεδιασμού σε αυτήν τη συγκεκριμένη τοποθεσία. Ωστόσο, το ενδιαφερόμενο μέρος, που είναι υπεύθυνο για την τοποθεσία, μπορεί να βασίσει την επιλογή του σε διαφορετικές τιμές από το υπεύθυνο για τη σχεδίαση του λιμένα. Για παράδειγμα, εάν ο κύριος στόχος των λιμενικών αρχών είναι η απόκτηση υψηλών οικονομικών ωφελειών από το λιμάνι, αυτό μπορεί να υποστηριχθεί επιλέγοντας μία θέση λιμανιού με εξαιρετική συνδεσιμότητα στην ενδοχώρα. Η λιμενική αρχή ενδέχεται να μην λάβει υπόψη τις αρνητικές (περιβαλλοντικές) συνέπειες της λειτουργίας του λιμανιού σε αυτήν την τοποθεσία, οι οποίες λαμβάνονται όμως υπόψη από τον υπεύθυνο για το σχεδιασμό λιμανιού. Αυτή η αποσύνδεση οδηγεί συχνά σε (περιβαλλοντικά) ζητήματα σε μεταγενέστερα στάδια (Schipper et al., 2015).

Αυτό είναι και το σημείο στο οποίο διαπιστώνεται για ποιον λόγο οι κύριοι στόχοι της παραδοσιακής προσέγγισης εν τέλει δεν επιτυγχάνονται. Με άλλα λόγια, η εκ των προτέρων επιλογή τοποθεσίας (από άλλο ενδιαφερόμενο μέρος συγκριτικά με αυτό που είναι υπεύθυνο για το υπόλοιπο της διαδικασίας σχεδιασμού) δεν λαμβάνει υπόψη όλες τις απαραίτητες πτυχές (για παράδειγμα λαμβάνει υπόψη μόνο την οικονομία και τους σχετικούς με αυτήν κυβερνητικούς στόχους) και κατά συνέπεια οι υπόλοιπες πτυχές (όπως για παράδειγμα οι περιβαλλοντικές και οι κοινωνικές) λαμβάνονται υπόψη πολύ αργά στη διαδικασία σχεδιασμού λιμένων. Δεδομένου

¹¹ επιλέγοντας το πιο επιθυμητό χωροταξικό σχέδιο, καθορίζεται ο γενικός στόχος καθώς και η κατεύθυνση της ιδέας-λύσης. Ωστόσο, ο επιλεγμένος σχεδιασμός πρέπει να βελτιστοποιηθεί σχετικά με ναυτικές, υδραυλικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές πτυχές. Αυτό μπορεί να γίνει με λεπτομερείς έρευνες της τοποθεσίας του λιμανιού.

ότι η παραδοσιακή διαδικασία έχει αυτήν την εκ των προτέρων επιλεγμένη τοποθεσία ως σημείο εκκίνησης, ίσως αναπόφευκτα θα έχει ως αποτέλεσμα περιβαλλοντικά ή κοινωνικά ζητήματα από την αρχή. Επομένως, όλες οι πτυχές πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την επιλογή της τοποθεσίας (Schipper et al., 2015).

Τονίζεται ότι το παραδοσιακό πλαίσιο παρουσιάζει τα βασικά στοιχεία που απαιτούνται για την ανάπτυξη ενός λειτουργικού σχεδίου λιμανιών. Επομένως, προκειμένου να δημιουργηθεί ένα βιώσιμο πλαίσιο, πρέπει να ακολουθηθεί σε μεγάλο βαθμό η βάση του παραδοσιακού πλαισίου. Ο στόχος, ωστόσο, είναι να αναπτυχθεί ένα χωροταξικό σχέδιο που να πληροί τις λειτουργικές και βιώσιμες απαιτήσεις, με άλλα λόγια, το παραδοσιακό πλαίσιο πρέπει να προσαρμοστεί και να συμπληρωθεί με βιώσιμα στοιχεία. Αυτό θα οδηγήσει σε μία διαφορετική σειρά διαδικασιών για το νέο βιώσιμο πλαίσιο σε σύγκριση με την παραδοσιακή διαδικασία. Η κύρια πτυχή που απουσιάζει, η οποία βρίσκεται στο παραδοσιακό πλαίσιο και πρέπει να συμπεριληφθεί στο νέο βιώσιμο πλαίσιο, είναι να συμπεριληφθεί η επιλογή τοποθεσίας ως μέρος της διαδικασίας σχεδιασμού. Λόγω αυτής της πτυχής που απουσιάζει, οι κύριοι στόχοι του προγραμματισμού των λιμανιών συχνά δεν επιτυγχάνονται, επειδή η προηγούμενη επιλεγμένη τοποθεσία φέρνει ήδη περιορισμούς για τη βιωσιμότητα των λιμανιών (Schipper et al., 2015).

Σημειώνεται ότι και στην παρούσα έρευνα η επιλογή της τοποθεσίας του λιμανιού είναι ήδη καθορισμένη. Οπότε τα βιώσιμα στοιχεία που μπορούν να συμπληρώσουν το παραδοσιακό πλαίσιο του σχεδιασμού αναγκαστικά υποδεικνύουν την εφαρμογή βιώσιμων και πιο συγκεκριμένα βιοκλιματικών σχεδιαστικών εφαρμογών, λαμβάνοντας πάντα υπόψη ότι το βιώσιμο λιμάνι ορίζεται από τα εξής δύο βασικά στοιχεία (Bergqvist & Monios, 2018):

- 1) Ικανότητα να διατηρείται και να υποστηρίζεται από το στόχο ανάπτυξής του.
- 2) Εφαρμογή των κατάλληλων περιβαλλοντικών αρχών, ώστε η ποιότητά του να μην βλάπτει το περιβάλλον ή να μην εξαντλεί τους φυσικούς πόρους και, συνεπώς, υποστηρίζοντας έτσι μία μακροπρόθεσμη περιβαλλοντική ισορροπία.

2.5 Ενέργεια από την ξηρά

Όταν τα πλοία είναι ελλιμενισμένα, χρησιμοποιούν τους βοηθητικούς κινητήρες τους, που τροφοδοτούνται με ντίζελ, για να υποστηρίξουν ορισμένες βασικές λειτουργίες. Σαν αποτέλεσμα παράγουν εκπομπές SO_x, NO_x, CO₂ και αιωρούμενων σωματιδίων, καθώς και θόρυβο και κραδασμούς. Στη λύση της ενέργειας από την ξηρά το πλοίο σβήνει τους κινητήρες του όταν αγκυροβολείται και συνδέεται σε μια χερσαία πηγή ηλεκτρικής ενέργειας. Το φορτίο ισχύος του πλοίου μεταφέρεται με τον τρόπο αυτό στην τροφοδοσία από την ακτή χωρίς να διακόπτονται οι βασικές λειτουργίες του πλοίου (Gellings, 2011; Wang et al., 2015). Με άλλα λόγια, η ενέργεια από την ξηρά είναι επί της ουσίας η διαδικασία παροχής παράκτιας ηλεκτρικής ενέργειας σε ένα πλοίο που είναι αγκυροβολημένο, ενώ οι κύριοι και βοηθητικοί κινητήρες του είναι απενεργοποιημένοι (Bergqvist & Monios, 2018).

Παρά τα αναμφισβήτητα περιβαλλοντικά οφέλη, η ενέργεια από την ξηρά είναι ένα πολύπλοκο τεχνολογικό σύστημα, το οποίο αποτελείται από πολλά στοιχεία, όπως (Bergqvist & Monios, 2018):

- Η απαραίτητη ηλεκτρική υποδομή σε θύρες, δηλαδή μηχανικά και ολοκληρωμένα συστήματα, που πρέπει να ταιριάζουν σε όλους τους τύπους λιμανιών.
- Ηλεκτρικές υποδομές σε πλοία (είτε μετασκευές είτε νέες κατασκευές).
- Λύσεις σύνδεσης και ελέγχου για να διασφαλιστεί η ασφάλεια του προσωπικού και η συνεχής μεταφορά ισχύος.
- Μια ολοκληρωμένη λύση συστήματος επί του πλοίου, που περιλαμβάνει τον απαραίτητο εξοπλισμό για τη σύνδεση του πλοίου σε ένα σημείο τροφοδοσίας ηλεκτρικής ενέργειας από την ακτή.
- Εξοπλισμός για τη διασφάλιση της αυτόματης μεταφοράς του φορτίου ισχύος του πλοίου από τον σταθμό ηλεκτροπαραγωγής του προς την ξηρά και πάλι πίσω.

Όλοι αυτοί οι παράγοντες θα μπορούσαν να δημιουργήσουν εμπόδια στην εφαρμογή μιας τέτοιας τεχνολογίας (Bergqvist & Monios, 2018). Πριν όμως την παράθεση των ενδεχόμενων εμποδίων, είναι σημαντικό να παρουσιαστούν τα πλεονεκτήματα της ενέργειας από την ξηρά. Ειδικότερα αυτά έχουν ως εξής:

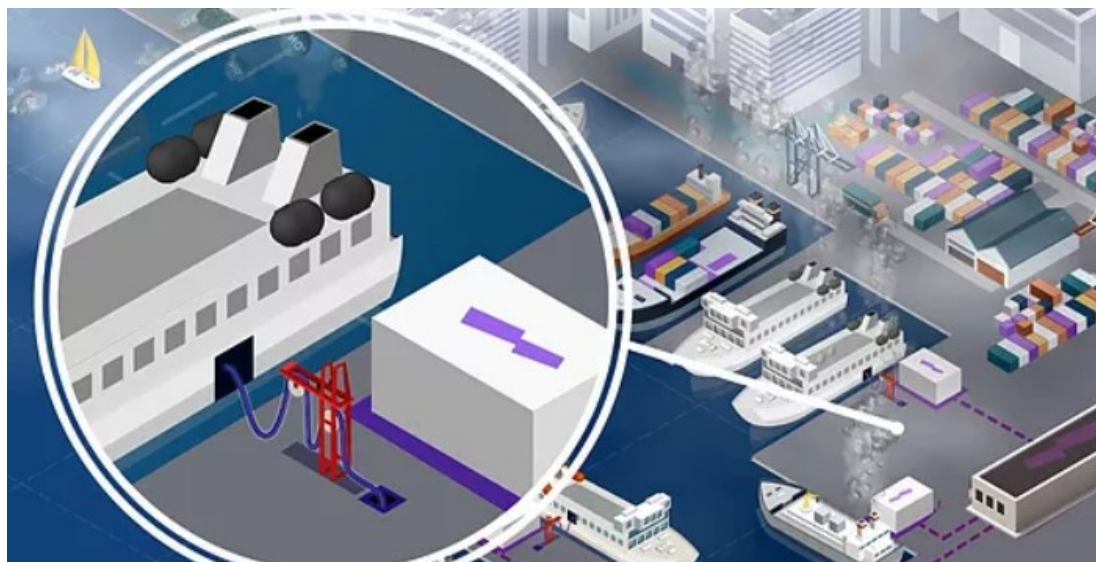
- 1) Η ενέργεια από την ξηρά παρέχει κυρίως κοινωνικά και περιβαλλοντικά οφέλη. Συγκεκριμένα, εάν η τεχνολογία εφαρμοστεί σωστά, μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την ποιότητα του αέρα, μειώνοντας τις εκπομπές CO₂ (Bergqvist & Monios, 2018). Στην πραγματικότητα, λόγω της υψηλής απόδοσης της συγκεκριμένης λύσης και λόγω των εγκαταστάσεων που ενσωματώνει και οι οποίες μειώνουν τις εκπομπές στη μονάδα ενέργειας από την ξηρά, πάνω από το 30% των εκπομπών CO₂ και περισσότερο από το 95% των NO_x και των αιωρούμενων σωματιδίων μπορούν να μειωθούν. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι σε 10 ώρες στάσης ενός κρουαζιερόπλοιου, οι εκπομπές του μειώνονται από 72,2 σε 50,1 τόνους CO₂, από 1,47 σε 0,04 τόνους NO_x και από 1,23 σε 0,04 τόνους SO_x (Arduino et al., 2011). Αν μάλιστα ληφθεί υπόψη ότι τα αγκυροβολημένα επιβατηγά σκάφη και κρουαζιερόπλοια, που αποτελούν τον κύριο όγκο των πλοίων που αγκυροβολούν στο λιμάνι της Ζακύνθου (αφού το νησί είναι ένας κατεξοχήν τουριστικός προορισμός), είναι ιδιαίτερα ενεργοβόρα, τότε τα περιβαλλοντικά οφέλη για την ποιότητα του αέρα είναι ιδιαίτερα σημαντικά. Για να γίνει αυτό πιο κατανοητό σημειώνεται ότι ενώ για ένα πλοίο μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων, με γερανό επί του πλοίου για την φορτοεκφόρτωσή εμπορευματοκιβωτίων, απαιτεί μία ποσότητα ηλεκτρικής ισχύος μεταξύ 1 και 4 MW, τα επιβατηγά σκάφη και τα κρουαζιερόπλοια (λόγω των αυξημένων αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια για την εξυπηρέτηση ενός μεγάλου αριθμού ατόμων επί του πλοίου) απαιτούν μία ποσότητα ηλεκτρικής ισχύος που μπορεί να φτάσει μέχρι και τα 15 MW (Στάμου, 2018).
- 2) Αναφορικά με το κόστος, ενδεικτικά αναφέρεται ότι το κόστος της εγκατάστασης τεχνολογίας ενέργειας από την ξηρά σε μεσαίου μεγέθους λιμάνια υπολογίζεται σε περίπου 7,4 εκατομμύρια ευρώ. Ωστόσο, ταυτόχρονα η τεχνολογία θα εξοικονομούσε ετήσιες εκπομπές 108 τόνων NO_x, 2,7 τόνων αιωρούμενων σωματιδίων και 4.767 τόνων CO₂ αξίας 1,4 εκατομμυρίων ευρώ. Κατά συνέπεια, αναφορικά με την αποπληρωμή της τεχνολογίας, τα οφέλη εξωτερικού κόστους θα επέστρεφαν το κεφάλαιο της τεχνολογίας και το λειτουργικό κόστος της σε μόνο σε 7,0 έτη ή σε 3,5 έτη εάν επιδοτούσαν το 50% από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Innes & Monios, 2018). Όμως, τα οφέλη δεν αφορούν μόνο τις περιορισμένες εκπομπές και το κόστος, αφού η ενέργεια από την ξηρά (α) μειώνει την ηχορύπανση, (β) παρέχει καλύτερη άνεση επί του πλοίου ενώ αυτό βρίσκεται στο λιμάνι, (γ) παρέχει ένα πράσινο προφίλ σε πλοιοκτήτες και πελάτες και (δ) μειώνει το κόστος

κύκλου ζωής μέσω της λιγότερης κατανάλωσης καυσίμου και του μειωμένου κόστους συντήρησης (Bergqvist & Monios, 2018; Carpenter & Lozano, 2020).

Αντίθετα, σε ό,τι αφορά τα μειονεκτήματα, ένα σημαντικό εμπόδιο μπορεί να προκύψει από την υποδομή ενέργειας από την ξηρά στους θαλάσσιους τερματικούς σταθμούς. Αυτοί οι σταθμοί θα χρειάζονται επιπλέον ηλεκτρική χωρητικότητα, αγωγούς και την υποδομή «βύσματος», προκειμένου να δέχονται τα καλώδια τροφοδοσίας από ένα πλοίο. Αυτό το γεγονός αυξάνει φυσικά το κόστος, καθώς η λιμενική ηλεκτρική υποδομή για την ενέργεια από την ξηρά είναι πιο ακριβή από αυτήν σε ένα συμβατικό τερματικό σταθμό. Βέβαια, η παροχή κινήτρων, όπως η χρήση πιστώσεων μείωσης εκπομπών, σε λιμάνια για να επενδύσουν σε αυτήν την τεχνολογία είναι μία πιθανή λύση στο συγκεκριμένο εμπόδιο (Bergqvist & Monios, 2018; Carpenter & Lozano, 2020).

Ένα άλλο εμπόδιο θα μπορούσε να είναι η έλλειψη τυποποίησης, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε τεχνικά ζητήματα. Το συγκεκριμένο εμπόδιο σχετίζεται κυρίως με τη συμβατότητα της ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς πολλά πλοία δεν έχουν την ίδια απαίτηση τάσης και συχνότητας (Bergqvist & Monios, 2018; Carpenter & Lozano, 2020).

Σχήμα 2.14: Σχηματική απεικόνιση της τεχνολογίας ενέργειας από την ξηρά στο λιμάνι της Κυλλήνης.



Πηγή: (Elemed, 2018)

Επιπλέον, η έλλειψη νομοθεσίας θα μπορούσε να μειώσει την εξάπλωση της τεχνολογίας της ενέργειας από την ξηρά. Οι Arduino και συν. (2011) υποστηρίζουν ότι η απουσία συγκεκριμένων κανονισμών θα μπορούσε να είναι ένας από τους λόγους για τους οποίους αυτή η τεχνολογία έχει εφαρμοστεί σε λίγα ευρωπαϊκά λιμάνια. Από την άλλη πλευρά, οι αυστηρότεροι κανονισμοί στις ΗΠΑ έχουν οδηγήσει στην επιτυχή εξάπλωση της ενέργειας από την ξηρά στα λιμάνια, όπως για παράδειγμα αυτά του Λος Άντζελες, του Λονγκ Μπιτς, της Νέας Υόρκης, του Νιου Τζέρσεϋ και του Σιάτλ (Pollalis et al., 2012). Σε όλα τα παραπάνω λιμάνια αξίζει να σημειωθεί ότι στην Ελλάδα η συγκεκριμένη τεχνολογία έχει ήδη εφαρμοστεί στο λιμάνι της Κυλλήνης από το 2018 (Σχήμα 2.14) [Mertikas et al., 2018].

3 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΕ ΛΙΜΑΝΙΑ

3.1 Εισαγωγή

Αναζητώντας παραδείγματα εφαρμογής των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού σε ελληνικά λιμάνια, κατέστη δυνατόν να βρεθούν δύο προτάσεις σε ελληνικό επίπεδο, που θεωρήθηκε ότι παρουσιάζουν σημαντική συσχέτιση με το στόχο της παρούσας εργασίας. Πιο συγκεκριμένα, οι δύο αυτές προτάσεις αφορούν το παλιό λιμάνι της Πάτρας και έχουν εκπονηθεί στα πλαίσια παγκόσμιων διαγωνισμών. Αναφορικά με παραδείγματα της Μεσογείου, μνημονεύονται το λιμάνι της Βαλένθια («*Valenciaport*») της Ισπανίας και το διεθνές λιμάνι Malta Freeport της Μάλτας. Τα παραδείγματα αυτά παρουσιάζονται ακολούθως.

3.2 Πρόταση αρχιτεκτονικού γραφείου OfficeTwentyFiveArchitects

Σκοπός του έργου ήταν να ανοίξει το παλιό λιμάνι στους κατοίκους της Πάτρας, ώστε να λειτουργήσει ως συνέχεια της πόλης. Έτσι, το πλάνο ήταν η δημιουργία ενός αστικού πάρκου, με βασικές χρήσεις αναψυχής, πεζοπορίας, αθλητισμού, πολιτισμού, εκπαίδευσης και ψυχαγωγίας για τους κατοίκους της πόλης. Με τη μετεγκατάσταση του λιμανιού, η Πάτρα πέτυχε μία οριοθετημένη περιοχή νερού, κλειστή και προστατευμένη, επομένως στόχος ήταν να αναδειχτεί και η οριοθετημένη αυτή περιοχή, οδηγώντας έτσι σε ένα πάρκο με ισχυρό το στοιχείο του νερού (OfficeTwentyFiveArchitects, 2020).

Η πλατεία νερού αναπτύχθηκε στο χώρο των δεξαμενών αποθήκευσης του λιμανιού και φέρει τα χαρακτηριστικά μιας συνηθισμένης πλατείας. Η πλατεία αυτή νερού αποτελείται από πλωτές πλατφόρμες, στοιχεία φωτισμού, βρύσες και εγκαταστάσεις τέχνης πάνω στο νερό. Οι πλατφόρμες δύναται να εξυπηρετήσουν πολλές χρήσεις, όπως για ψυχαγωγία ως υπαίθριος κινηματογράφος, ζώνη καθήμενων και μεταξύ άλλων ως χώρος μικρών συναυλιών. Το ελικοειδές μονοπάτι είναι ένας πεζόδρομος κατά μήκος της περιοχής παρέμβασης, που λειτουργεί ως «*ραχοκοκαλιά*», όπου διασυνδέονται όλες οι συνδέσεις και οι διαδρομές. Αυτό

δημιουργεί ένα παράλληλο πεζοδρόμιο μπροστά από τα κτίρια της πόλης, αναδεικνύοντας τα αξιοσημείωτα κτίρια (OfficeTwentyFiveArchitects, 2020).

Η σύνδεση της πόλης με την περιοχή παρέμβασης επιτυγχάνεται, αφαιρώντας το φράχτη του παλιού λιμανιού, μειώνοντας το πλάτος του δρόμου, επεκτείνοντας τις κύριες διαδρομές της πόλης στην περιοχή πρότασης και διατηρώντας τις οπτικές από την πόλη. Για την ενίσχυση του άξονα της οδού Αγίου Νικολάου και τη σύνδεση της προβλήτας με την πλατεία Τριών Συμμάχων, ο δρόμος εκτρέπεται υπόγεια. Επιπλέον, στη διασταύρωση της οδού Διονυσίου κατασκευάζεται μία πεζογέφυρα-πλατεία, με πλάτος 10 μέτρων. Η προβλήτα της οδού Αγίου Νικολάου αποκτά ένα διαφορετικό, πιο δυναμικό σχήμα, και στο τέλος της αποβάθρας διαμορφώνεται ένα παρατηρητήριο, που αποτελεί ορόσημο και θα επιτρέπει στους πολίτες να απολαμβάνουν τη θέα. Η προβλήτα βυθίζεται σταδιακά για να έρθει σε επαφή με το νερό. Η καμπυλότητα του σχεδιασμού οδηγεί σε ένα νέο σημείο για την καφετέρια. Στο διάστημα ανάμεσα στις προβλήτες των οδών Αγ. Νικολάου και Γούναρη όλα τα κτίρια κατεδαφίζονται, προκειμένου να υπάρχει αδιάκοπη θέα προς τη θάλασσα. Από την πόλη, υπάρχουν δύο πισίνες, καθώς και εγκαταστάσεις θαλάσσιων σπορ, παιδικές χαρές και υπαίθριο γυμναστήριο. Στην προβλήτα της οδού Γούναρη, ένα ανοιχτό θέατρο βρίσκεται ανάμεσα στη γη και το νερό. Το παλιό κτίριο του λιμανιού συνεχίζει να υφίσταται και μετατρέπεται σε πολιτιστικό κέντρο, δημιουργούνται παραλιακοί χώροι και διακριτικοί χώροι στάθμευσης, που στεγάζονται εν μέρει από τις σχεδιαστικές διαμορφώσεις. Στην περιοχή μεταξύ Αγ. Νικολάου και Αγ. Διονυσίου και στη θέση του παλαιού αεροπορικού υπόστεγου διαμορφώνεται μια νέα σύνθεση κτιρίων, που θα φιλοξενήσει διαφορετικές χρήσεις, καθώς και μια αποβάθρα για τη διευκόλυνση της λειτουργίας της μαρίνας (OfficeTwentyFiveArchitects, 2020).

Στην προβλήτα της οδού Αγίου Διονυσίου, το μουσείο της πόλης θα βρίσκεται στην πλευρά του λιμανιού, με θέα στην πλατεία του νερού και τα υποστηρικτικά κτίρια της μαρίνας. Η στέγη του μουσείου λειτουργεί ως πλατεία. Ο κυματοθραύστης συνδέεται με την περιοχή ανασυγκρότησης μέσω μιας γέφυρας για πεζούς, η οποία διευρύνεται σε ορισμένα μέρη και αποκτά χώρους αναψυχής και πισίνα και έτσι γίνεται μέρος της βόλτας. Ο επισκέπτης αποκτά μία διαφορετική οπτική γωνία της πόλης (OfficeTwentyFiveArchitects, 2020).

Η περιοχή της ψαραγοράς και το καταφύγιο ψαρέματος αποκτά χώρο φορτίου και χώρο στάθμευσης αυτοκινήτων, καθώς και αποβάθρα. Η περιοχή γύρω από τη βόρεια λεκάνη

προορίζεται για την υποδοχή κρουαζιερόπλοιων. Σκέπαστρα-κουβούκλια διαμορφώνονται για τα τουριστικά λεωφορεία και τα ταξί και ως κλειστοί χώροι αναμονής. Το κτίριο «Κανελλόπουλος» αξιοποιείται, ενώ ο υπόλοιπος χώρος καταλαμβάνεται από χώρους πρασίνου και αθλητικούς χώρους. Στο χώρο υπάρχουν και τα λεγόμενα έξυπνα κουτιά, που είναι δωμάτια μεγέθους 3x6x3m, που μπορούν να λειτουργήσουν ως WC, σημεία πληροφοριών, καντίνες ή/και καταστήματα (OfficeTwentyFiveArchitects, 2020).

Η συμβολή της πρότασης στην οικονομική αναζωογόνηση της περιοχής επιτυγχάνεται διότι η πόλη γίνεται πόλος έλξης για τους επισκέπτες και μπορεί να φιλοξενήσει μεγάλες εκδηλώσεις. Για τη διαμόρφωση και τον εξοπλισμό των ανοιχτών χώρων τοποθετούνται στρατηγικά κάδοι απορριμμάτων, φωτισμός, σιντριβάνια ή στάσεις για ποδήλατα και υπόστεγα, που έχουν σχεδιαστεί για να αναβαθμίσουν την εικόνα της πόλης. Τα χρησιμοποιούμενα υλικά είναι υψηλής αντοχής τσιμέντο, οξειδωμένος χάλυβας και συνθετικό κατάστρωμα. Η νέα φύτευση βοηθά στη βελτίωση του μικροκλίματος και επιδιώκει να εμπλουτίσει την αντιληπτική πολυπλοκότητα του χώρου. Η επιλογή των δέντρων και άλλων φυτών γίνεται με το βασικό κριτήριο αντοχής στις συγκεκριμένες συνθήκες της περιοχής που βρίσκεται δίπλα στη θάλασσα (OfficeTwentyFiveArchitects, 2020).

Η πρόταση βασίζεται στις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού των υπαίθριων αστικών χώρων, με σκοπό τη βελτίωση των μικροκλιματικών συνθηκών και τη διασφάλιση της εποχιακής άνεσης. Ο παραλιακός δρόμος της οδού Όθωνος-Αμαλίας αποκτά δύο λωρίδες χαμηλής ταχύτητας. Η κατεύθυνση της λωρίδας λεωφορείου έχει την αντίθετη κατεύθυνση. Στη διασταύρωση της οδού Διονυσίου προτείνεται ένας κυκλικός κόμβος και στο ύψος της πλατείας Τριών Συμμάχων ο δρόμος μετατρέπεται σε υπόγειο τούνελ. Δημιουργείται διαδρομή ποδηλασίας με πλάτος 2m, καθώς και θέσεις στάθμευσης αυτοκινήτων. Η οικονομική βιωσιμότητα της περιοχής επιτυγχάνεται με την ενεργειακή ανεξαρτησία και την εξασφάλιση πόρων από τις διάφορες εκδηλώσεις που θα πραγματοποιούνται (OfficeTwentyFiveArchitects, 2020).

Εικόνα 3.1: Πανοραμική άποψη της πρότασης για το παλιό λιμάνι της Πάτρας.



Πηγή: (OfficeTwentyFiveArchitects, 2020)

Εικόνα 3.2: Λεπτομέρεια της πλατείας νερού.



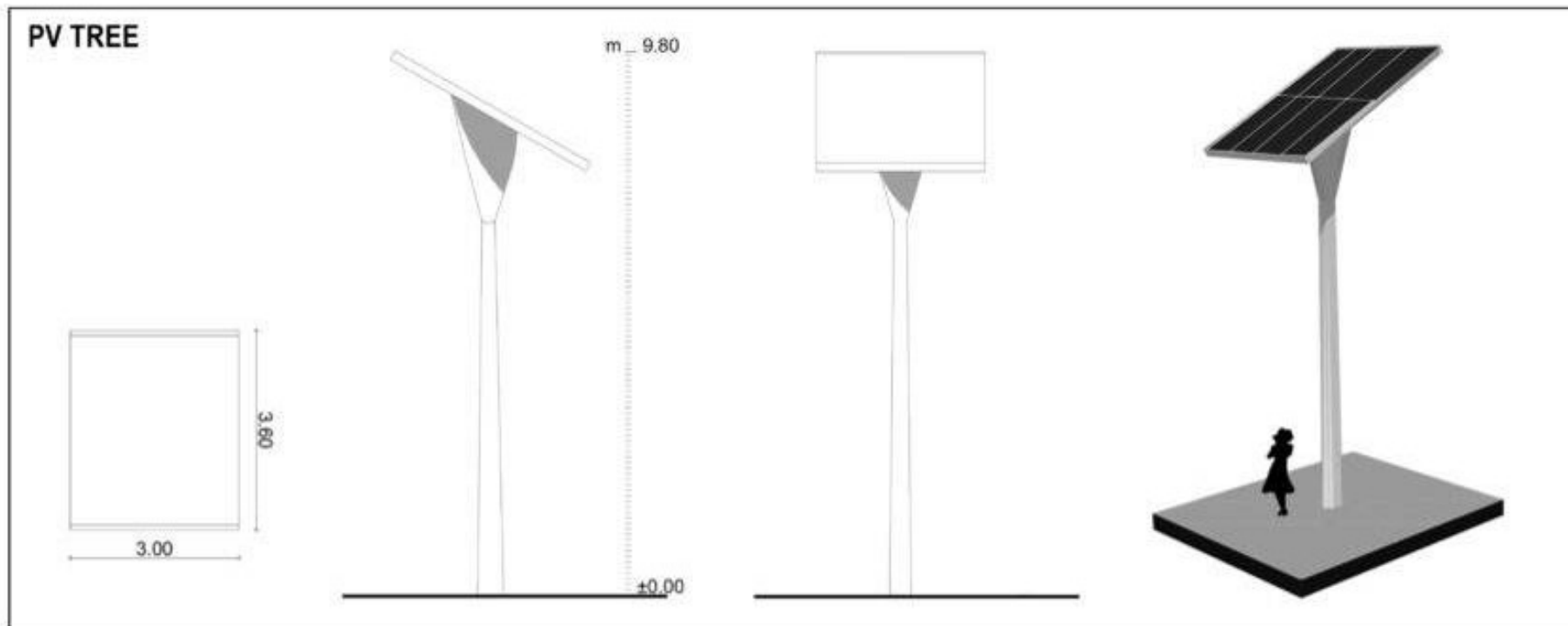
Πηγή: (OfficeTwentyFiveArchitects, 2020)

Εικόνα 3.3: Λεπτομέρεια της προβλήτας της οδού Αγίου Νικολάου.



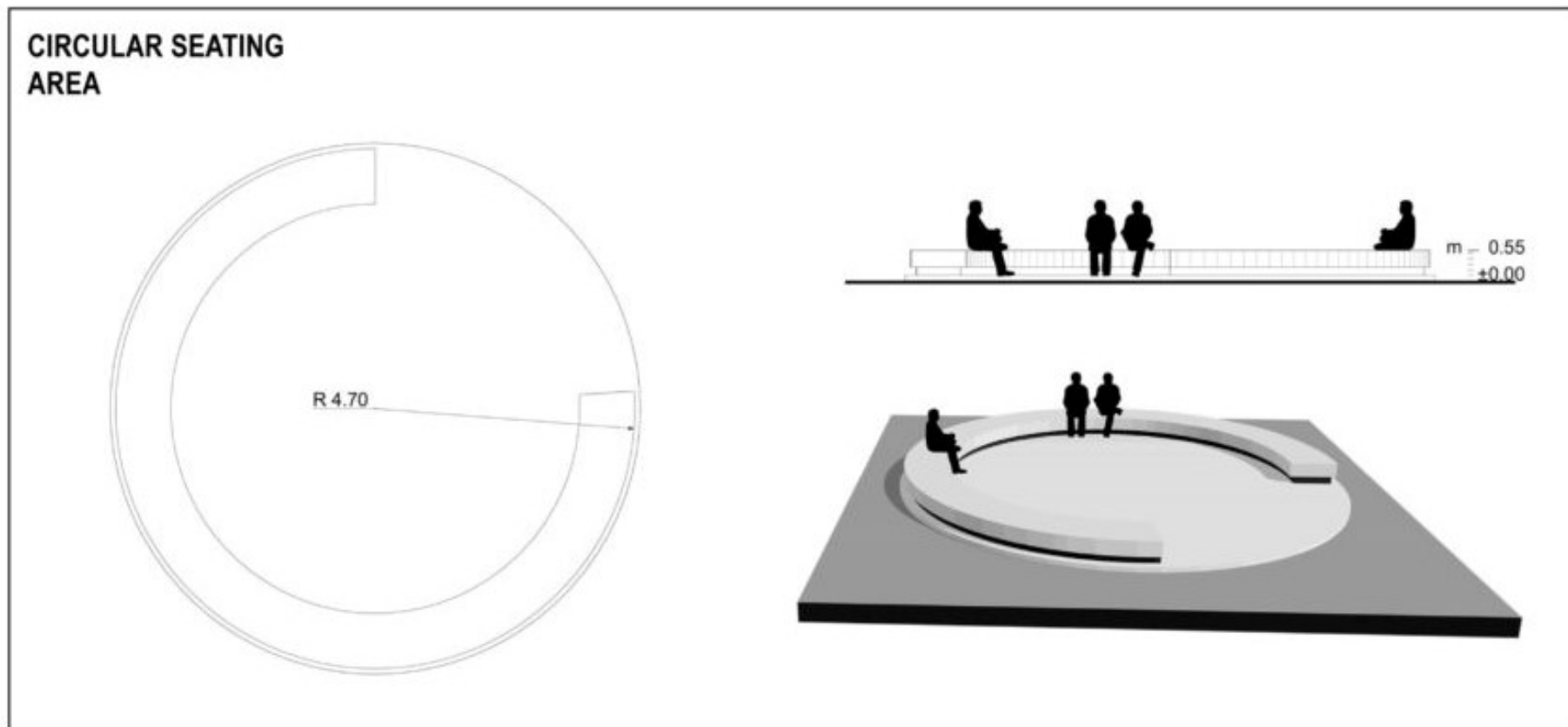
Πηγή: (OfficeTwentyFiveArchitects, 2020)

Εικόνα 3.4: Λεπτομέρεια των φωτοβολταϊκών δέντρων, που λειτουργούν για την ενεργειακή αυτονομία του χώρου.



Πηγή: (OfficeTwentyFiveArchitects, 2020)

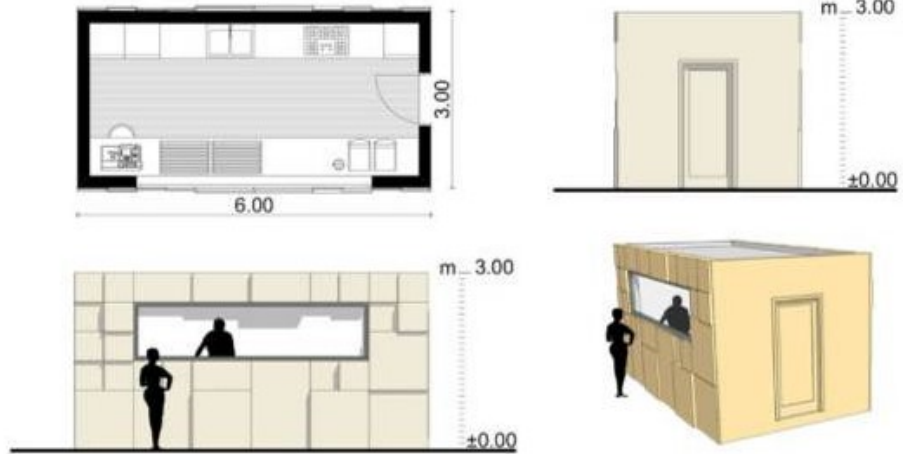
Εικόνα 3.5: Λεπτομέρεια των χώρων καθήμενων.



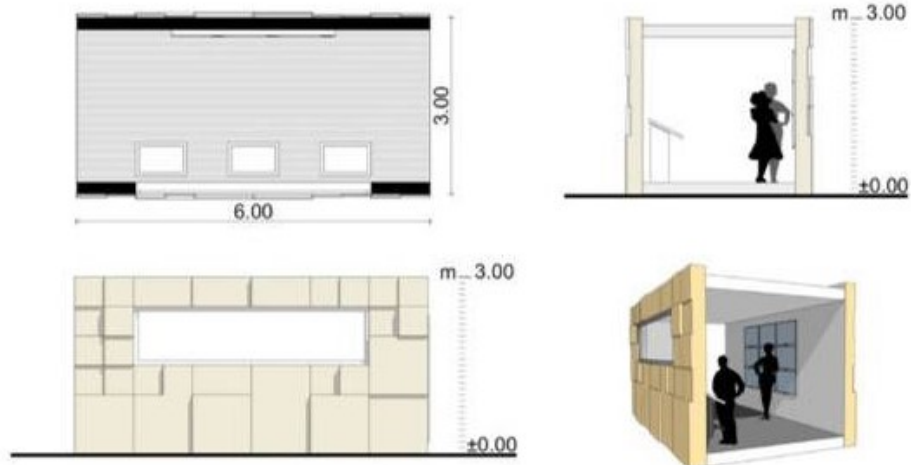
Πηγή: (OfficeTwentyFiveArchitects, 2020)

Εικόνα 3.6: Λεπτομέρεια των έξυπνων κουτιών και των διαφορετικών δυνατοτήτων που προσφέρουν (WC, σημεία πληροφοριών, καντίνες ή/ και καταστήματα).

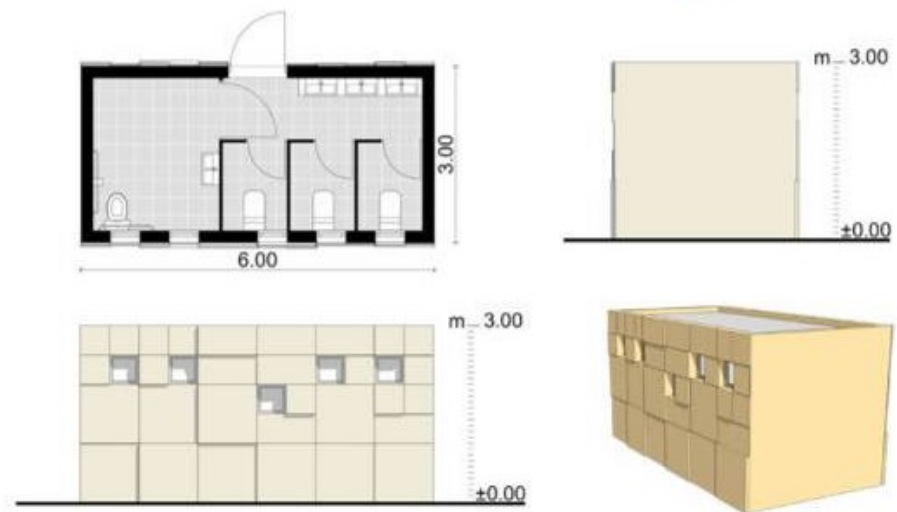
CANTEEN



INFO BOX



TOILETS



Πηγή: (OfficeTwentyFiveArchitects, 2020)

3.3 Πρόταση αρχιτεκτονικού γραφείου Fotis Zapantiotis Associated Architects

Αναζητώντας Στη συγκεκριμένη πρόταση ο κύριος άξονας ενδιαφέροντος, μετά την ανάλυση του αστικού ιστού, είναι αυτός που ορίζεται από την οδό Αγίου Νικολάου και είναι αυτός που γίνεται η κινητήρια δύναμη του σχεδιασμού, συνδέοντας το υψηλότερο σημείο της πόλης με τον ορίζοντα στο επίπεδο της θάλασσας. Ένα πράσινο όριο-φράγμα από ψηλά δέντρα ανυψώνεται στην άκρη της οδού Όθωνος-Αμαλίας, δημιουργώντας ένα φυσικό διεισδυτικό πλέγμα, προστατεύοντας τους επισκέπτες από τους ήχους και τη ρύπανση της πόλης. Στην οδό Αγίου Νικολάου και στους τρεις κύριους δρόμους ανατολικά της δίνεται η δυνατότητα να διεισδύσουν στην παραλιακή ζώνη και να συνδέσουν το αστικό με το θαλασινό τοπίο. Η προβλήτα του Αγίου Νικολάου γίνεται το κεντρικό στοιχείο της πρότασης, καθώς και η ιδανική τοποθεσία για το Μουσείο της πόλης της Πάτρας. Έτσι, δημιουργείται ένα ταξίδι για τον επισκέπτη, ξεκινώντας ψηλά από τις σκάλες του Αγίου Νικολάου και κατεβαίνοντας σταδιακά στο μουσείο, φτάνοντας στο επίπεδο της θάλασσας (Zapantiotis, 2020).

Η πρόταση λειτουργεί ως ένα μεταβατικό αστικό «πέπλο», το οποίο είναι κρυμμένο ανάμεσα στο στοιχείο του νερού και τις πράσινες περιοχές, θέτοντας μία νέα ποιότητα κυκλοφορίας και όρασης για τον επισκέπτη. Η πρόθεση για τους προτεινόμενους όγκους κτιρίων είναι να αφομοιωθούν στο περιβάλλον τους, προσπαθώντας το τοπίο να διατηρηθεί όσο το δυνατόν πιο άθικτο. Νότια της προβλήτας του Αγίου Νικολάου, σε έναν γραμμικό άξονα που εκτείνεται προς την ακτή της οδού Γούναρη, τοποθετούνται οι περισσότερες δημόσιες χρήσεις: ένα δημόσιο καφέ, μία ανοιχτή πισίνα που σχετίζεται στενά με τη θάλασσα, αποδυτήρια, τουαλέτες και άλλες υπηρεσίες, παιδική χαρά και δραστηριότητες κάτω από τη σκιά των πάρκων και καθορισμένο γραμμικό πράσινο «φίλτρο» (Zapantiotis, 2020).

Το κτίριο του Οργανισμού Λιμένος Πατρών, που δε λειτουργεί, θα φιλοξενήσει όλες τις πολιτιστικές δραστηριότητες, όπως χώρους θεάτρου, αίθουσες χορού και μαθήματα γλυπτικής. Θα περιλαμβάνει επίσης όλες τις εγκαταστάσεις και τις υπηρεσίες ιστιοπλοΐας. Επομένως, τα μεγάλα υπάρχοντα κτίρια αναγεννιούνται και δημιουργείται μία νέα ταυτότητα. Η σύνδεση του εσωτερικού με το εξωτερικό, πραγματοποιείται με τη διαμόρφωση ενός υπαίθριου θεάτρου, με διαμορφώσεις τοπίου που επιτρέπουν την τοποθέτηση των εγκαταστάσεων ιστιοπλοΐας και

χώρους πρασίνου, που δύναται να φιλοξενήσουν εκθέσεις και άλλες καθημερινές δραστηριότητες (Zapantiotis, 2020).

Η επιλογή υλικών στοχεύει στην ενίσχυση της ηρεμίας και της λεπτότητας σε αντίθεση με το χτισμένο και πολυσύχναστο αστικό ύφασμα. Η βλάστηση (δέντρα, θάμνοι, γκαζόν, λουλούδια) συμβάλλουν στον εξωραϊσμό άλλων αστικών παρεμβάσεων και δομημένης ύλης, δίνοντας στους επισκέπτες την αίσθηση της επαφής με τη φύση, εισάγοντας έναν επιπλέον παράγοντα και μία προστιθέμενη αξία στην υπάρχουσα ρουτίνα της καθημερινότητάς τους. Η πρόταση στοχεύει στην ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας του λιμανιού και στη βελτιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης, τόσο κατά τη διάρκεια του χειμώνα όσο και κατά τη θερινή περίοδο και για την επίτευξη βέλτιστων οπτικών και θερμικών συνθηκών άνεσης (Zapantiotis, 2020).

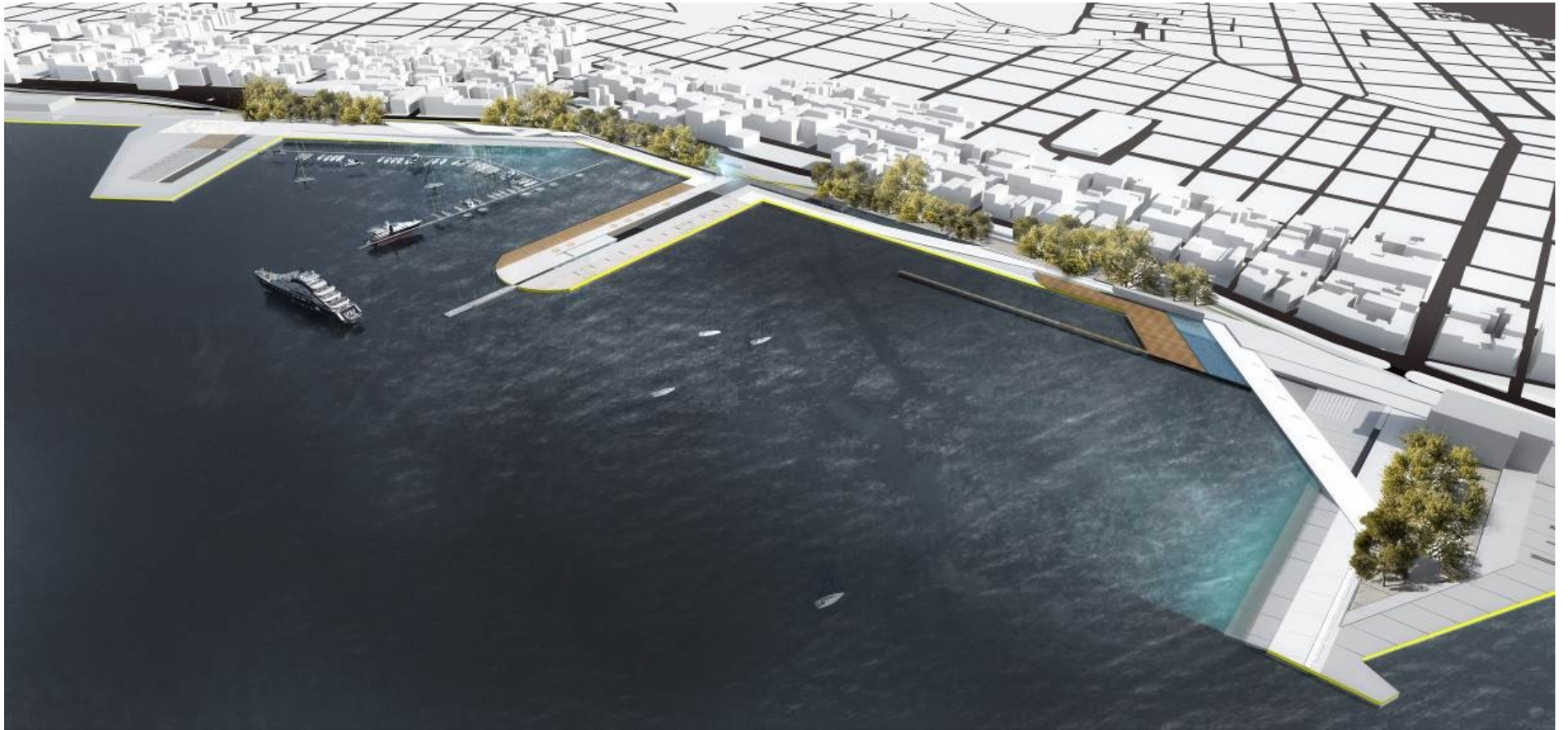
Με τη βοήθεια της ευρωπαϊκής χρηματοδότησης και την παροχή κινήτρων σε ιδιωτικούς φορείς για την αισθητική και την ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων στην περιοχή και την ποιότητα ζωής, η πρόταση θα έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του ΑΕΠ και της αξίας των ακινήτων, την προστασία του περιβάλλοντος και την προσέλκυση ποιοτικού τουρισμού σε όλο το έτος. Η εφαρμογή στρατηγικών βιοκλιματικού σχεδιασμού και η καθημερινή επαφή που θα έχουν οι χρήστες μεταξύ τους συμβάλλει στην εκπαιδευτική ανάπτυξη, το σεβασμό και την κατανόηση σχετικά με την εξοικονόμηση φυσικών πόρων (Zapantiotis, 2020).

Εικόνα 3.7: Κάτοψη της πρότασης.



Πηγή: (Fotis Zapantiotis Associated Architects, 2020)

Εικόνα 3.8: Πανοραμική άποψη της πρότασης.



Πηγή: (Fotis Zapantiotis Associated Architects, 2020)

Εικόνα 3.9: Λεπτομέρεια της προβλήτας με την ανοιχτή πισίνα.



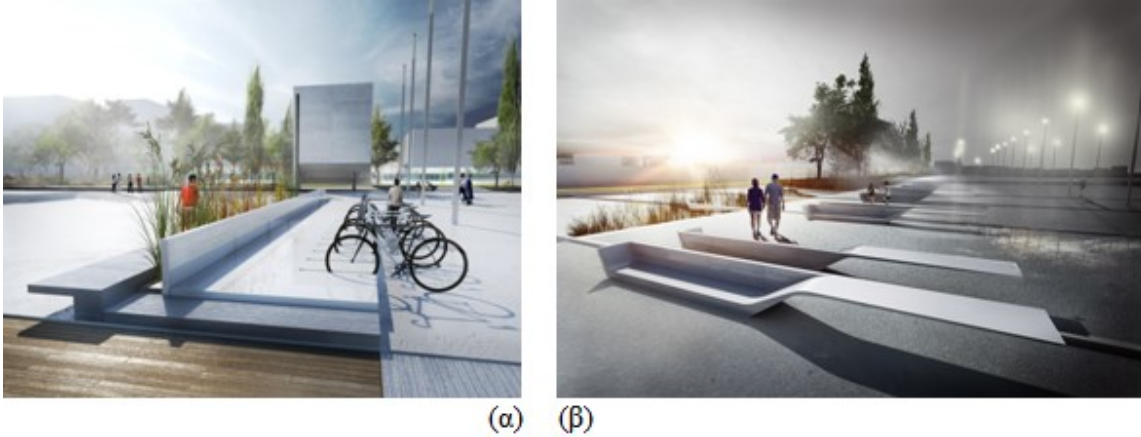
Πηγή: (Fotis Zapantiotis Associated Architects, 2020)

Εικόνα 3.10: Λεπτομέρεια της καφετέριας.



Πηγή: (Fotis Zapantiotis Associated Architects, 2020)

Εικόνα 3.11: Λεπτομέρεια (α) του χώρου στάθμευσης των ποδηλάτων και (β) του χώρου καθήμενων.



Πηγή: (Fotis Zapantiotis Associated Architects, 2020)

3.4 Λιμάνι της Βαλένθια

Ένα άλλο σημαντικό παράδειγμα προέρχεται από την Ισπανία και πιο συγκεκριμένα την Λιμενική Αρχή της Βαλένθια, που εμπορεύεται με την επωνυμία «λιμάνι της Βαλένθια» («*Valenciaport*») και είναι ο αρμόδιος δημόσιος φορέας διαχείρισης των τριών κρατικών λιμανιών των πόλεων Σαγούντο (Sagunto), Βαλένθια (Valencia) και Γανδία (Gandía), οι οποίες βρίσκονται σε ένα μήκος 80 km στις ακτές της Μεσογείου στην ανατολική Ισπανία. Το λιμάνι της Βαλένθια βρίσκεται σε μία εξαιρετική γεωγραφική και στρατηγική τοποθεσία στο κέντρο του Δυτικού Μεσογειακού τόξου σε ευθυγράμμιση με τον διάδρομο ανατολής – δύσης, που διασχίζει τη διώρυγα του Σουέζ και τα στενά του Γιβραλτάρ. Αυτό καθιστά το λιμάνι της Βαλένθια το πρώτο και τελευταίο λιμάνι κατάπλου για τις κύριες τακτικές ναυτιλιακές εταιρείες, που λειτουργούν μεταξύ της Αμερικής, της λεκάνης της Μεσογείου και της Άπω Ανατολής (Port Authority of Valencia, 2018).

Η Λιμενική Αρχή της Βαλένθια, ως διαχειριστής μιας από τις κύριες λιμενικές περιοχές της Μεσογείου, έχει αναλάβει ως πρωταρχικό στόχο, στο στρατηγικό επιχειρηματικό της πλαίσιο, την ανάπτυξη μίας περιβαλλοντικής πολιτικής, σύμφωνα με τη λιμενική δραστηριότητα που ασκεί στο πεδίο αρμοδιοτήτων της. Έχει δεσμευτεί να αναπτύξει ένα σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης, το οποίο, πέραν της ενσωμάτωσης των ευθυνών της αειφόρου διαχείρισης στα τρία λιμάνια που διαχειρίζεται, διαδίδει και επεκτείνει την ανάγκη ανάληψης αυτής της ηθικής

δέσμευσης σε όλες τις εταιρείες του δημόσιου τομέα της Ισπανίας, σε πελάτες, προμηθευτές, επίσημους φορείς και άλλες εταιρείες του κλάδου (Autoridad de Valencia, 2011).

Εικόνα 3.12: Λιμάνι των πόλεων α) Σαγούντο, β) Βαλένθια και γ) Γανδία.



Πηγή: (Port Authority of Valencia, 2018)

Αυτή η δέσμευση αντικατοπτρίζεται, συγκεκριμένα στα εξής (Autoridad de Valencia, 2011):

- Ενσωμάτωση περιβαλλοντικών ζητημάτων στο σχεδιασμό, τη διαχείριση και τη διατήρηση των τριών παραπάνω δημόσιων λιμανιών.
- Συστηματική και περιοδική αξιολόγηση των δραστηριοτήτων και των υπηρεσιών των τριών λιμανιών, που ενδέχεται να αλληλεπιδράσουν με το περιβάλλον.
- Ορθολογισμός στην κατανάλωση φυσικών πόρων και ενέργειας.
- Συμμόρφωση με τους ισχύοντες περιβαλλοντικούς νόμους, προσπαθώντας, στο μέτρο του δυνατού, να ξεπεράσει αυτό που είναι αυστηρά κανονιστικό.
- Πρόληψη και ελαχιστοποίηση εκπομπών, απορριμμάτων, θορύβου και απορριμμάτων, που παράγονται ως αποτέλεσμα της δραστηριότητας των τριών λιμανιών.
- Χρήση και προώθηση της χρήση βέλτιστων τεχνολογιών, που είναι βιώσιμες σε κάθε δραστηριότητα.
- Διευκόλυνση επαρκούς κατάρτισης και ευαισθητοποίησης για το προσωπικό που ευνοεί την ανάπτυξη αυτής της περιβαλλοντικής πολιτικής.
- Κατάρτιση περιοδικών εκθέσεων για την ανασκόπηση των περιβαλλοντικών δράσεων, με στόχο όπου απαιτείται τη συνεχή βελτίωση.

Μάλιστα, στο πλαίσιο των παραπάνω, η Λιμενική Αρχή της Βαλένθια έχει λάβει τα ακόλουθα μέτρα για τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των δραστηριοτήτων και των υπηρεσιών των τριών λιμανιών των πόλεων Σαγούντο, Βαλένθια και Γανδία (Autoridad de Valencia, 2011; ValenciaPort, 2020):

- Ποιότητα νερού: η Λιμενική Αρχή της Βαλένθια παρακολουθεί και ελέγχει την ποιότητα του νερού των λιμανιών της μέσα από:
 - τον καθημερινό καθαρισμό της επιφάνειας του νερού με ειδικά σκάφη.
 - τις τακτικές αναλύσεις για την παρακολούθηση της ποιότητας των υδάτων, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της οδηγίας πλαίσιο για τα ύδατα.
 - ένα εσωτερικό σχέδιο έκτακτης ανάγκης για την καταπολέμηση της ρύπανσης, που προκαλείται από διαρροές υδρογονανθράκων.
- Παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα: η Λιμενική Αρχή της Βαλένθια παρακολουθεί την ποιότητα του αέρα μέσω ενός δικτύου ελέγχου ποιότητας αέρα, που αποτελείται από:
 - χώρους ελέγχου ποιότητας αέρα, εξοπλισμένους με αισθητήρες σύμφωνα με το πρότυπο CIEMAT (Centre for Energy, Environment and Technology).
 - χρεϊς μετεωρολογικούς σταθμούς.
 - δύο συλλέκτες σωματιδίων.
 - υπολογιστικά εργαλεία, που συγκεντρώνουν και διαχειρίζονται δεδομένα σε πραγματικό χρόνο.
- Δίκτυο ελέγχου θορύβου: η Λιμενική Αρχή της Βαλένθια παρακολουθεί και ελέγχει τις εκπομπές θορύβου, που παράγονται στο λιμενικό περιβάλλον μέσα από:
 - προγνωστικούς χάρτες θορύβου για την εκτίμηση των αναμενόμενων επιπέδων θορύβου.
 - στατικούς χάρτες των λιμανιών που παρέχουν εμπειρικές μετρήσεις θορύβου.
 - μετρητές στάθμης ήχου, εγκατεστημένους στην περιοχή διεπαφής λιμένα – εκάστοτε πόλης, που μετρούν τον θόρυβο σε πραγματικό χρόνο.

- Βυθοκόρηση: η Λιμενική Αρχή της Βαλένθια πραγματοποιεί βυθοκόρηση συντήρησης, για να εξασφαλίσει την πρόσβαση και την ευελιξία στις θύρες του κάθε λιμανιού. Η βυθοκόρηση πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας ειδικά σχεδιασμένο εξοπλισμό και σύμφωνα με μία αυστηρή διαδικασία, που ελαχιστοποιεί τις περιβαλλοντικές της επιπτώσεις.
- Διαχείριση αποβλήτων: η Λιμενική Αρχή της Βαλένθια διαχειρίζεται τα απόβλητα που παράγονται από τα πλοία και τους παραχωρησιούχους στις λιμενικές εγκαταστάσεις. Πιο συγκεκριμένα, διαχειρίζεται τα απόβλητα μέσα από:
 - διαφορετικούς κάδους απορριμμάτων, για ξεχωριστή συλλογή των διαφορετικών τύπων απορριμμάτων.
 - ένα σημείο συλλογής επικίνδυνων αποβλήτων.
 - ένα κέντρο μεταφοράς αποβλήτων.
 - μία μονάδα υποδοχής και επεξεργασίας υπολειμμάτων πετρελαίου και αποβλήτων που παράγονται από σκάφη. Αυτή η υπηρεσία παρέχεται από εταιρείες – εξωτερικούς συνεργάτες της Λιμενικής Αρχής της Βαλένθια.

3.5 Λιμάνι της Μάλτας

Ένα τελευταίο παράδειγμα προέρχεται από τη Μάλτα και πιο συγκεκριμένα από το διεθνές λιμάνι Malta Freeport. Η εταιρεία - ιδιοκτήτρια και διαχειρίστρια του συγκεκριμένου λιμανιού, Malta Freeport Terminals, έχει δεσμευτεί για την πρόοδο της κοινότητας όπου λειτουργεί, ενώ εργάζεται για τη διατήρηση του περιβάλλοντος και τη βελτίωση της υγείας, της ασφάλειας, της εκπαίδευσης, του πολιτισμού και του ελεύθερου χρόνου των ατόμων της κοινότητας. Κύριος στόχος είναι η συνεργασία με τα ενδιαφερόμενα μέρη για την υιοθέτηση νέων τεχνολογιών και συστημάτων διαχείρισης για την ελαχιστοποίηση του αποτυπώματος άνθρακα του λιμανιού (Malta Freeport, 2020).

Με την επέκταση των εργασιών του λιμανιού έχει δοθεί μεγαλύτερη προσοχή στις αυξανόμενες περιβαλλοντικές επιπτώσεις του λιμανιού, με την Malta Freeport Terminals να έχει σημειώσει σημαντική πρόοδο στη διαχείριση περιβάλλοντος τα τελευταία έτη. Πιο συγκεκριμένα,

η περιβαλλοντική πολιτική της Malta Freeport Terminals περιλαμβάνει δεσμεύσεις για την πρόληψη της ρύπανσης, τη συνεχή βελτίωση του συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης, οδηγώντας σε βελτιώσεις της συνολικής περιβαλλοντικής απόδοσης του λιμανιού, και τη συμμόρφωση με όλες τις ισχύουσες νομοθετικές και κανονιστικές απαιτήσεις. Η Malta Freeport Terminals ενθαρρύνει τους υπαλλήλους της, τους εργολάβους και τα τρίτα μέρη να λάβουν υπεύθυνη στάση έναντι του περιβάλλοντος. Επιπλέον, διαθέτει σε ισχύ συστήματα υγείας και ασφάλειας, καθώς και περιβαλλοντικής διαχείρισης, που συμμορφώνονται και είναι πιστοποιημένα σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα ISO 45001 και ISO 14001 με στόχο να εφαρμόσει, να διατηρήσει και να βελτιώσει το σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισής της, που εξασφαλισμένα θα συμμορφώνεται με τη δηλωμένη περιβαλλοντική πολιτική της (Malta Freeport, 2020).

Εικόνα 3.13: Το λιμάνι της Μάλτας.



Πηγή: (Malta Freeport, 2020)

Σημειώνεται ακόμη ότι Malta Freeport Terminals εφαρμόζει διάφορες πρωτοβουλίες περιβαλλοντικής βιωσιμότητας, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που αναφέρονται στην

ηχορύπανση, την ατμοσφαιρική ρύπανση και τη φωτορύπανση. Σε ό,τι αφορά την ηχορύπανση, η Malta Freeport Terminals έχει πρόσφατα επενδύσει σε 15 νέους γεραμούς τύπου Rubber Tyred Gantry (RTG), εφοδιασμένους με συναγερμούς ασφαλείας λευκού θορύβου, που εκπέμπουν πολύ χαμηλότερα επίπεδα ήχου σε σύγκριση με τους συμβατικούς συναγερμούς. Έχει επίσης τοποθετήσει τους συγκεκριμένους νέους συναγερμούς στον υπάρχοντα στόλο των 50 γερανών τύπου RTG, μειώνοντας έτσι ουσιαστικά το θόρυβο που παράγεται από αυτόν τον εξοπλισμό. Η εταιρεία έχει ακόμη επενδύσει σε διάφορους άλλους εξοπλισμούς ναυπηγείων, οι οποίοι είναι πιο αθόρυβοι από τον παλαιότερο εξοπλισμό και συμμορφώνονται πλήρως με τις τελευταίες προδιαγραφές της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τις εκπομπές θορύβου. Στο ίδιο πλαίσιο έχει αναλάβει και άλλες φιλικές προς το περιβάλλον πρωτοβουλίες, συμπεριλαμβανομένης της επένδυσης σε νέους γεραμούς και εξοπλισμό χαμηλότερης εκπομπής. Σε ό,τι αφορά τέλος τη φωτορύπανση, η Malta Freeport Terminals έχει εγκαταστήσει ένα πλήρες σύστημα ελεγχόμενου φωτισμού, για να παρέχει βέλτιστο φωτισμό στην περιοχή λειτουργίας, που παράλληλα αντιμετωπίζει προβλήματα όπως η αντανάκλαση, η διαρροή φωτός και η λάμψη νυχτερινού ουρανού (Malta Freeport, 2020).

Εικόνα 3.14: Νυχτερινός φωτισμός στο λιμάνι της Μάλτας πριν (αριστερά) και μετά (δεξιά) την εφαρμογή του συστήματος ελεγχόμενου φωτισμού.



Πηγή: (MaltaFreeport, 2020)

4 ΤΟ ΛΙΜΑΝΙ ΤΗΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ

4.1 Βασικές πληροφορίες λιμανιού

Το λιμάνι της Ζακύνθου αποτελεί μέρος της ανακατασκευής της πόλης της Ζακύνθου, που πραγματοποιήθηκε το 1955 ως επακόλουθο των σεισμών και της πυρκαγιάς του 1953. Οι σεισμοί και η πυρκαγιά αυτή οδήγησαν σε μία εκ νέου οικοδόμηση του λιμανιού μεταξύ άλλων, διαμορφώνοντας τη σημερινή του μορφή (Κουμιώτη, 2014). Το λιμάνι της Ζακύνθου οριοθετείται σήμερα από το ποτάμι του Αγίου Χαραλάμπους στο νοτιότερο τμήμα του και από την πλατεία Σολωμού στο βορειότερο τμήμα του. Στα δυτικά το λιμάνι της Ζακύνθου «διαχωρίζεται» από την υπόλοιπη πόλη από την οδό Κωνσταντίνου Λομβάρδου (Εικόνα 4.1) (Google Maps, 2020).

Τα κτίρια που περιλαμβάνονται στα όρια του λιμανιού της Ζακύνθου είναι αυτά της Ελληνικής Αστυνομίας και του λιμεναρχείου Ζακύνθου, ένας μικρός χώρος που φιλοξενεί μία λαϊκή αγορά (θέση που παλιότερα προοριζόταν για την κατασκευή μαρίνας), δύο ταβέρνες και ένα πρακτορείο ενοικίασης αυτοκινήτων. Κατά τα άλλα, ο χώρος του λιμανιού περιλαμβάνει εκτεταμένες περιοχές στάθμευσης οχημάτων και σημεία για τον ελλιμενισμό των πλοίων (Google Maps, 2020). Στην πλατεία Σολωμού υπάρχει η Εκκλησία Άγιος Νικόλαος του Μώλου, από την οποία πήρε και το όνομά του ο κεντρικός λιμενοβραχίονας της Ζακύνθου. Στο εξωτερικό τμήμα του συγκεκριμένου λιμενοβραχίονα και με στόχο την πρόσδεση κρουαζιερόπλοιων, είχε πριν από περίπου είκοσι χρόνια κατασκευαστεί μία σιδερένια προβλήτα. Ωστόσο, καθώς σήμερα η συγκεκριμένη προβλήτα λόγω αυξημένης σκουριάς και κατά συνέπεια και αυξημένης επικινδυνότητας είναι επί της ουσίας σε αχρηστία, αφού δε μπορούν να προσδεθούν μεγάλα κρουαζιερόπλοια με αποτέλεσμα να παραμένουν εκτός του λιμανιού. Ταυτόχρονα, στο λιμάνι η κατασκευή του εγκάρσιου λιμενοβραχίονα με τις σχετικές καμάρες δεν έχει επί της ουσίας κάποιο συγκεκριμένο σκοπό λειτουργίας πέραν της χρήσης του για τον ελλιμενισμό σκαφών αναψυχής και ορισμένων ημερόπλοιων, τα οποία και πραγματοποιούν το γύρο της Ζακύνθου (Κουμιώτη, 2014).

Εικόνα 4.1: Το λιμάνι της Ζακύνθου.

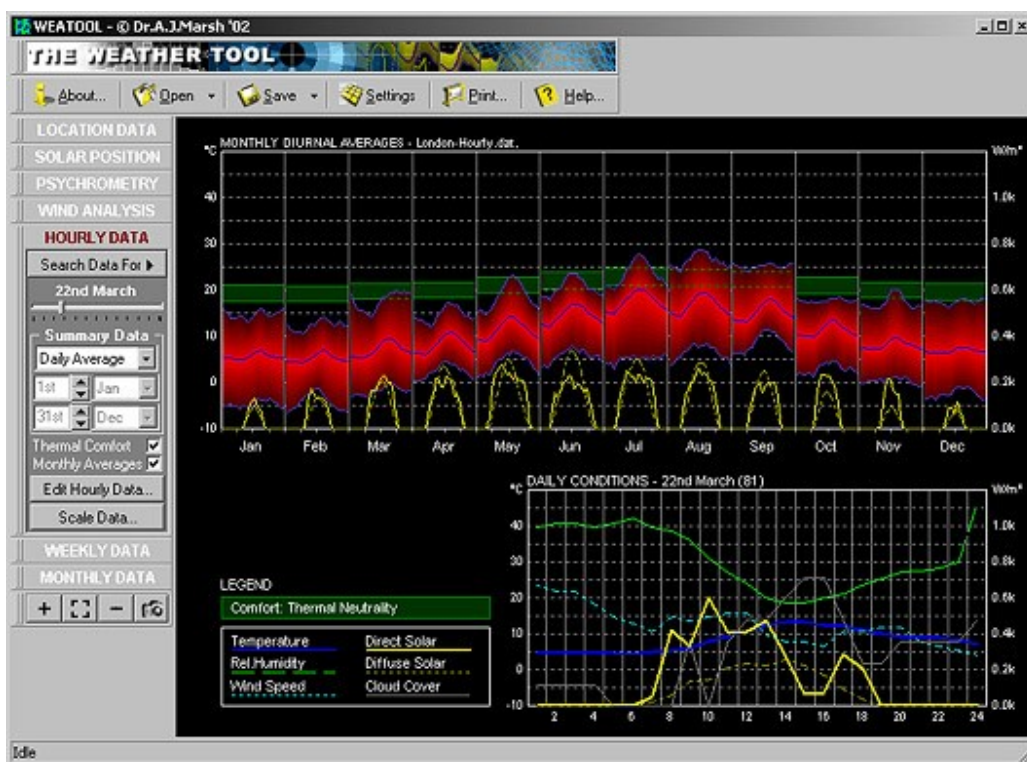


Πηγή: (Google Maps, 2020)

4.2 Το κλίμα την περιοχή του λιμανιού

Για τη μελέτη του κλίματος της περιοχής του λιμανιού, χρησιμοποιήθηκαν κλιματολογικά δεδομένα που αναφέρονται στην πόλη της Ζακύνθου. Τα δεδομένα αυτά αντλήθηκαν κυρίως από την ιστοσελίδα <https://www.ladybug.tools/epwmap>, που αποτελεί μία διαδικτυακή πηγή εύρεσης κλιματολογικών δεδομένων σε παγκόσμιο επίπεδο. Τα κλιματολογικά δεδομένα ήταν διαθέσιμα σε πολλές μορφές, συμπεριλαμβανομένης της μορφής .epw, που είναι απαραίτητη για την επεξεργασία των κλιματολογικών δεδομένων στο Weather Tool (Εικόνα 4.2) του λογισμικού Autodesk Ecotect Analysis 2011.

Εικόνα 4.2: Παράδειγμα απεικόνισης κλιματολογικών δεδομένων στο Weather Tool.



Η διαδικασία της εισαγωγής των δεδομένων στο Weather Tool έχει ως εξής:

- 1) Έναρξη του Weather Tool και επιλογή άνοιγμα αρχείου, όπου και εισάγεται το αρχείο των κλιματολογικών δεδομένων της πόλης της Ζακύνθου με τίτλο «GRC_PW_Zakinthos.167190_TMYx.epw».

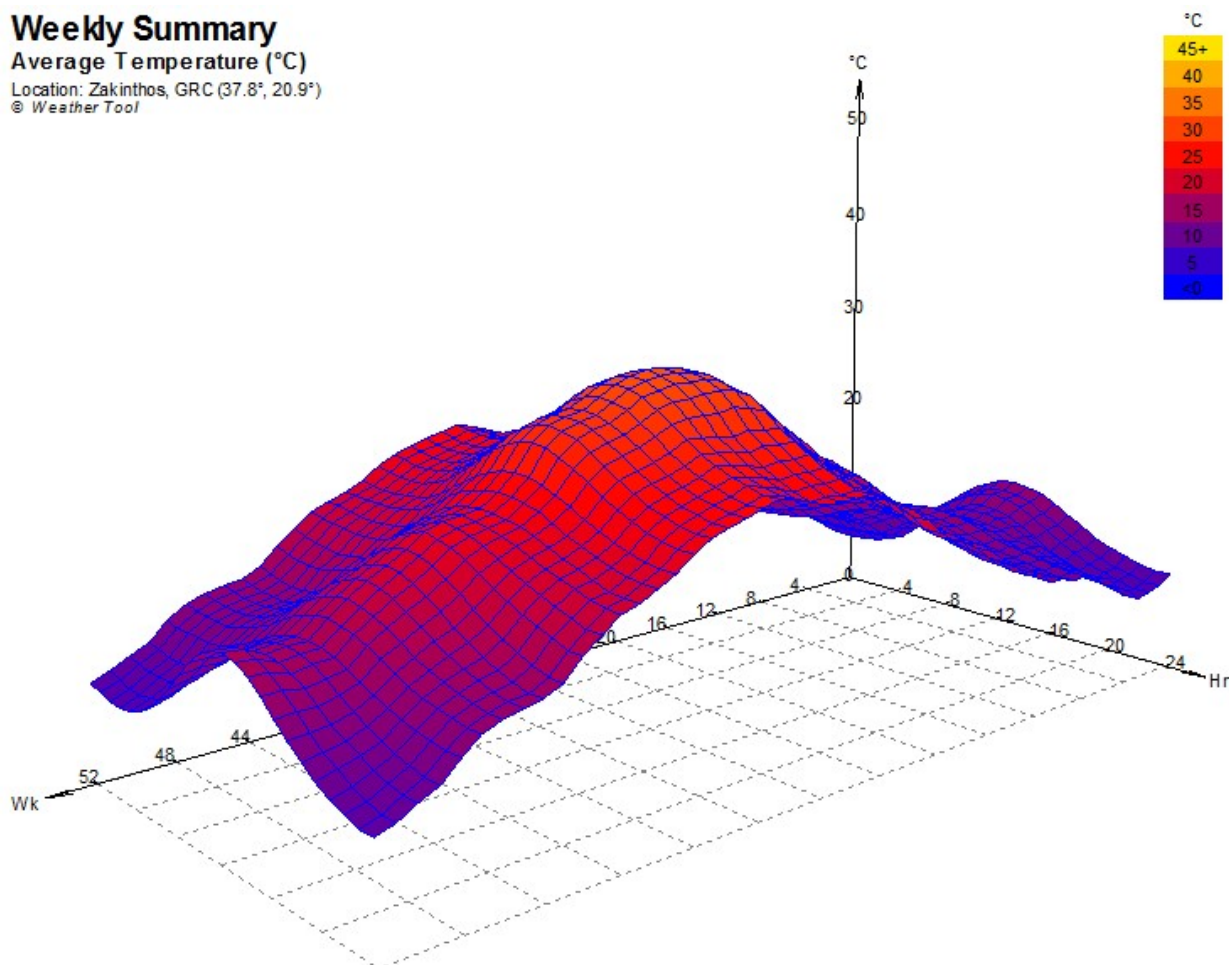
- 2) Κατόπιν ελέγχου ορθότητας των μονάδων μέτρησης και του διαχωριστικού των δεκαδικών ψηφίων των τιμών των κλιματολογικών δεδομένων, το αρχείο αποθηκεύεται με τη μορφή *Zakinthos.wea*, ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο από το Weather Tool για την πλήρη ανάλυση του κλίματος όσο και κατ' επέκταση από το Autodesk Ecotect Analysis 2011 για την ανάλυση για παράδειγμα των συνθηκών σκίασης των κτιρίων, που ενδεχομένως θα συμπεριληφθούν στην πρόταση ανάπτυξης του λιμανιού.

Κατόπιν εισαγωγής των δεδομένων, προέκυψαν τα ακόλουθα στοιχεία αναφορικά με το κλίμα της Ζακύνθου.

4.2.1 Θερμοκρασία

Στην Εικόνα 4.3 παρουσιάζεται η μέση εβδομαδιαία θερμοκρασία και στον Πίνακα 4.1 η μηνιαία θερμοκρασία. Διαπιστώνεται ότι θα πρέπει για τα κτίρια που αναπτυχθούν στο λιμάνι να μεγιστοποιηθούν τα θερμικά κέρδη κατά τους ψυχρούς χειμερινούς μήνες και να ελαχιστοποιηθούν κατά τη διάρκεια κυρίως του θερμού καλοκαιριού. Επιπλέον, η ανάγκη για την ελαχιστοποίηση των θερμικών κερδών το καλοκαίρι θα απαιτηθεί και για τα διαφορετικά σημεία συγκέντρωσης, αφού στόχος είναι η νέα ανάπτυξη του λιμανιού να αποτελεί σημείο συγκέντρωσης των κατοίκων και των τουριστών του νησιού. Άλλωστε με εξαίρεση τους μήνες Ιούνιο και Σεπτέμβριο (μέση θερμοκρασία) η θερμοκρασία βρίσκεται εκτός των τιμών άνεσης (21°C και 26°C), όπως αυτές ορίζονται για να βρίσκεται το άτομο σε συνθήκες άνεσης βάσει των Manzano-Agugliaro και συν. (2015). Σημειώνεται ότι, σύμφωνα με τους Manzano-Agugliaro και συν. (2015), στις συνθήκες άνεσης το άτομο με μία ενδυμασία και μια μικρή δραστηριότητα δεν απαιτεί ενεργειακές δαπάνες και έτσι απαιτείται η εφαρμογή κάποιας βιοκλιματικής στρατηγικής.

Εικόνα 4.3: Μέση εβδομαδιαία θερμοκρασία (°C) βάσει του Weather Tool.



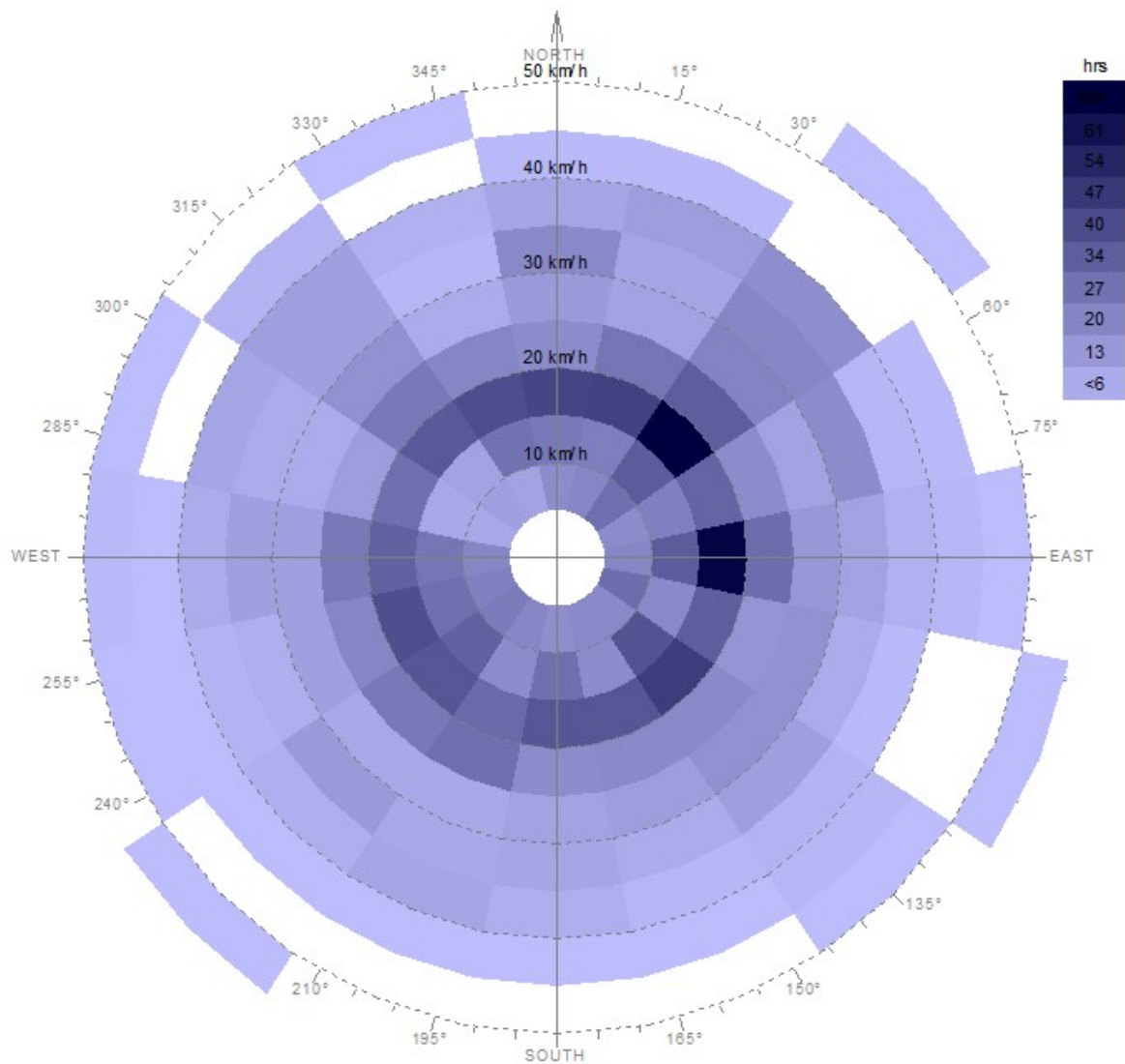
Πίνακας 4.1: Μηνιαία θερμοκρασία (°C) βάσει του Weather Tool.

Μήνας	Μέση θερμοκρασία (°C)	Μέγιστη θερμοκρασία (°C)	Ελάχιστη θερμοκρασία (°C)
Ιανουάριος	9,9	16,5	0,2
Φεβρουάριος	10,9	16,9	2,8
Μάρτιος	12,8	18,7	5,6
Απρίλιος	15,8	20,2	9,7
Μάιος	19,6	25,4	12,5
Ιούνιος	23,7	30,8	16,1
Ιούλιος	26,7	37,8	19,6
Αύγουστος	26,5	34,4	22,4
Σεπτέμβριος	23,4	31,2	19,3
Οκτώβριος	19,6	26,0	14,2
Νοέμβριος	15,5	25,2	6,1
Δεκέμβριος	12,7	20,0	5,8

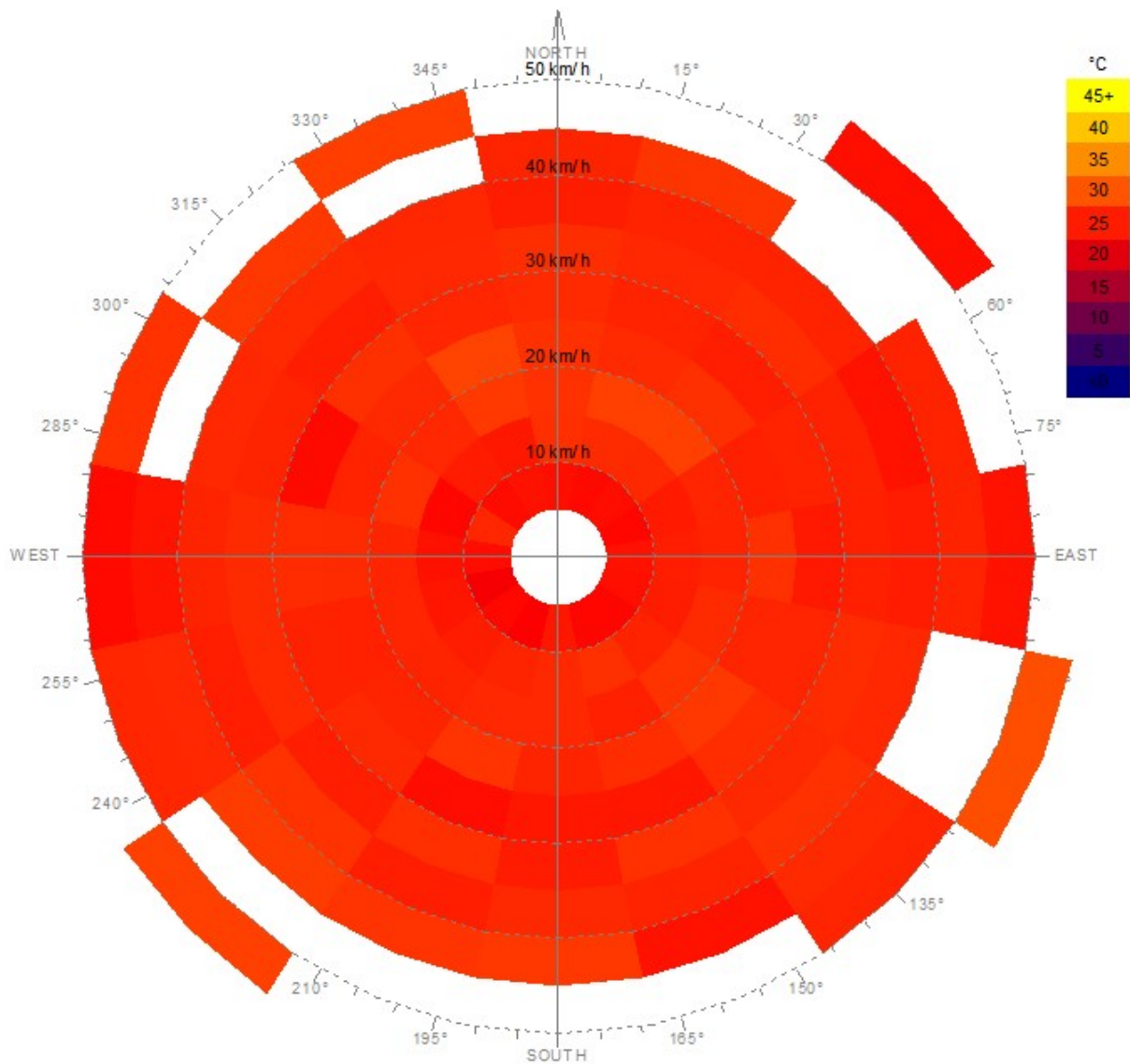
4.2.2 Άνεμος

Από τις Εικόνες 4.4-4.5 προκύπτει ότι οι κυρίαρχοι άνεμοι κατά το καλοκαίρι είναι οι νοτιοδυτικοί, ανατολικοί-νοτιοανατολικοί και βορειοανατολικοί θερμοί άνεμοι (θερμοκρασίας μεταξύ 25°C και 35°C). Οι άνεμοι αυτοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το φυσικό δροσισμό των κτιρίων και των χώρων συγκέντρωσης των κατοίκων και των τουριστών του νησιού στο λιμάνι.

Εικόνα 4.4: Ροδόγραμμα ταχύτητας του ανέμου κατά το καλοκαίρι βάσει του Weather Tool.

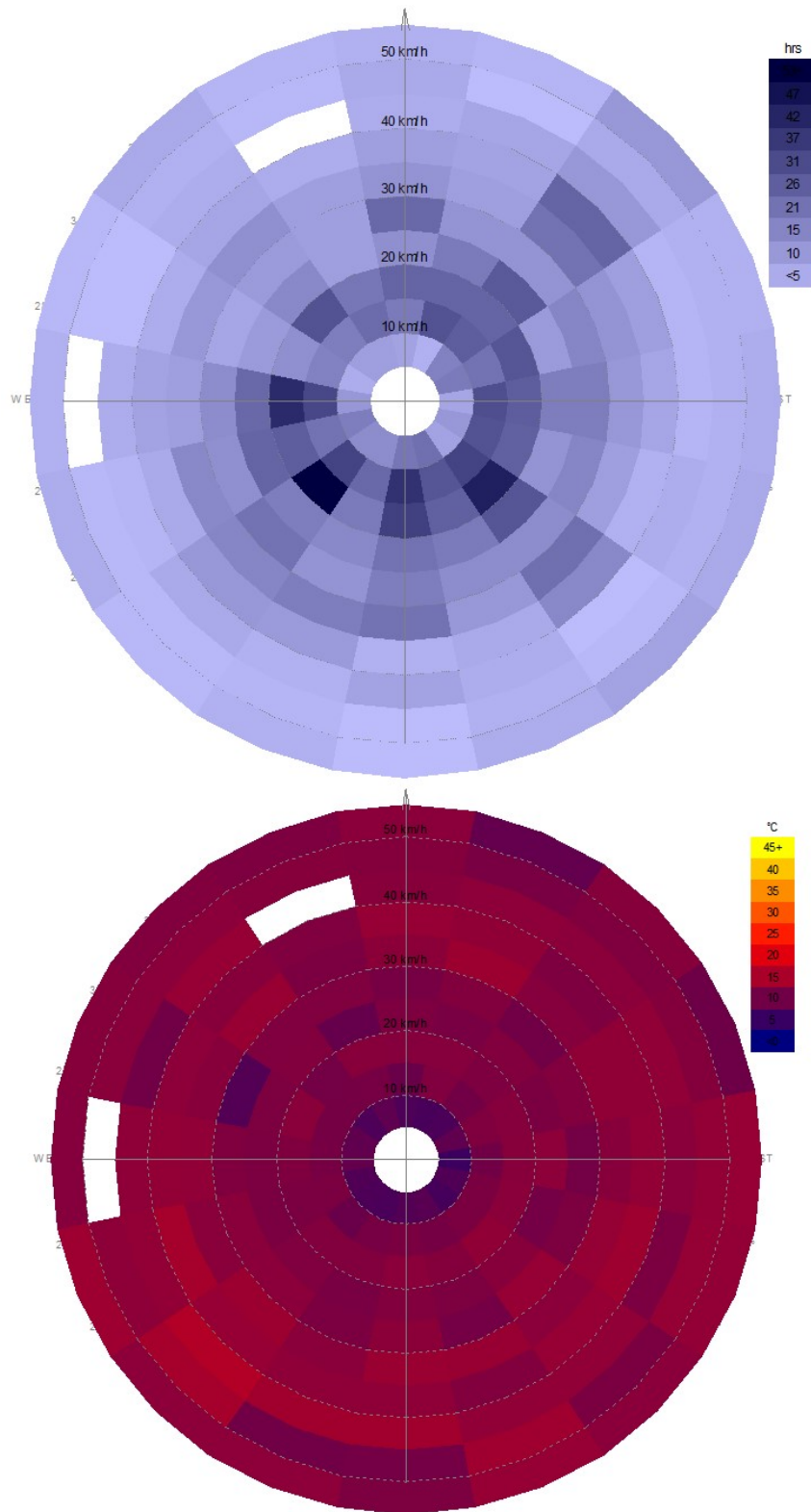


Εικόνα 4.5: Ροδόγραμμα θερμοκρασίας του ανέμου κατά το καλοκαίρι βάσει του Weather Tool.



Από την άλλη από την Εικόνα 4.6 προκύπτει ότι οι κυρίαρχοι άνεμοι κατά το χειμώνα είναι επί της ουσίας ψυχροί άνεμοι (θερμοκρασίας μεταξύ 5°C και 10°C) όλων των κατευθύνσεων. Κατά συνέπεια, τα κτίρια και οι χώροι συγκέντρωσης των κατοίκων και των τουριστών του νησιού στο λιμάνι θα πρέπει να προστατευτούν κατά το μέγιστο δυνατό από τους ψυχρούς αυτούς ανέμους.

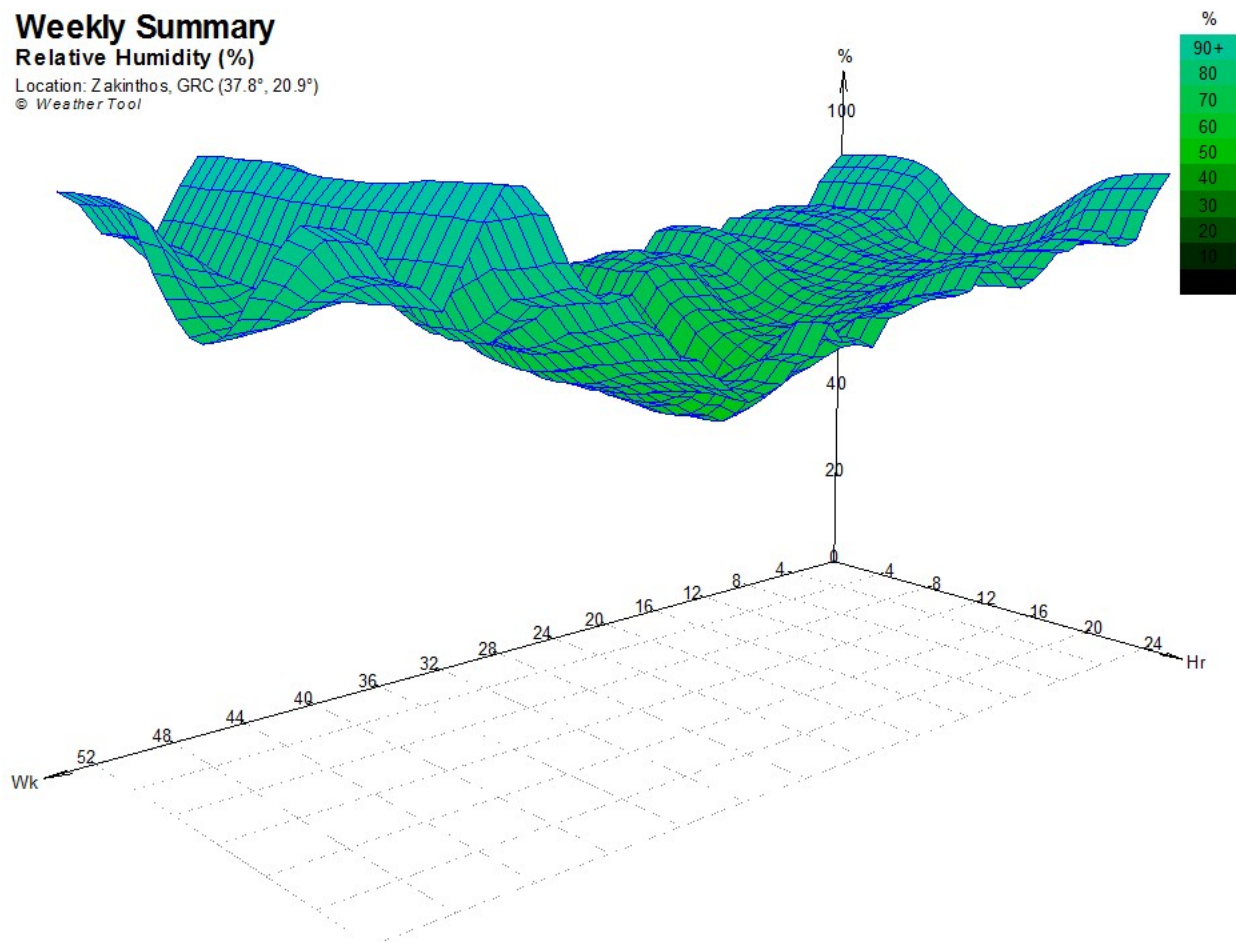
Εικόνα 4.6: Ροδόγραμμα α) ταχύτητας και β) θερμοκρασίας του ανέμου κατά το χειμώνα βάσει του Weather Tool.



4.2.3 Υγρασία

Από το ακόλουθο διάγραμμα διαπιστώνεται ότι η σχετική υγρασία κυμαίνεται από 54% τον Ιούλιο μέχρι και 100% το Νοέμβριο. Έτσι, με εξαίρεση τους μήνες Μάιο με Σεπτέμβριο, υπερβαίνει το ανώτατο όριο των τιμών άνεσης (μεταξύ 20% και 70%), όπως αυτές ορίζονται για να βρίσκεται το άτομο σε συνθήκες άνεσης βάσει των Manzano-Agugliaro και συν. (2015).

Εικόνα 4.7: Μέση εβδομαδιαία σχετική υγρασία (%) βάσει του Weather Tool.



Πίνακας 4.2: Μηνιαία υγρασία (%) βάσει του Weather Tool.

Μήνας	Σχετική υγρασία (%)
Ιανουάριος	79
Φεβρουάριος	73
Μάρτιος	74
Απρίλιος	70
Μάιος	66
Ιούνιος	64
Ιούλιος	54
Αύγουστος	60
Σεπτέμβριος	66
Οκτώβριος	73
Νοέμβριος	100
Δεκέμβριος	74

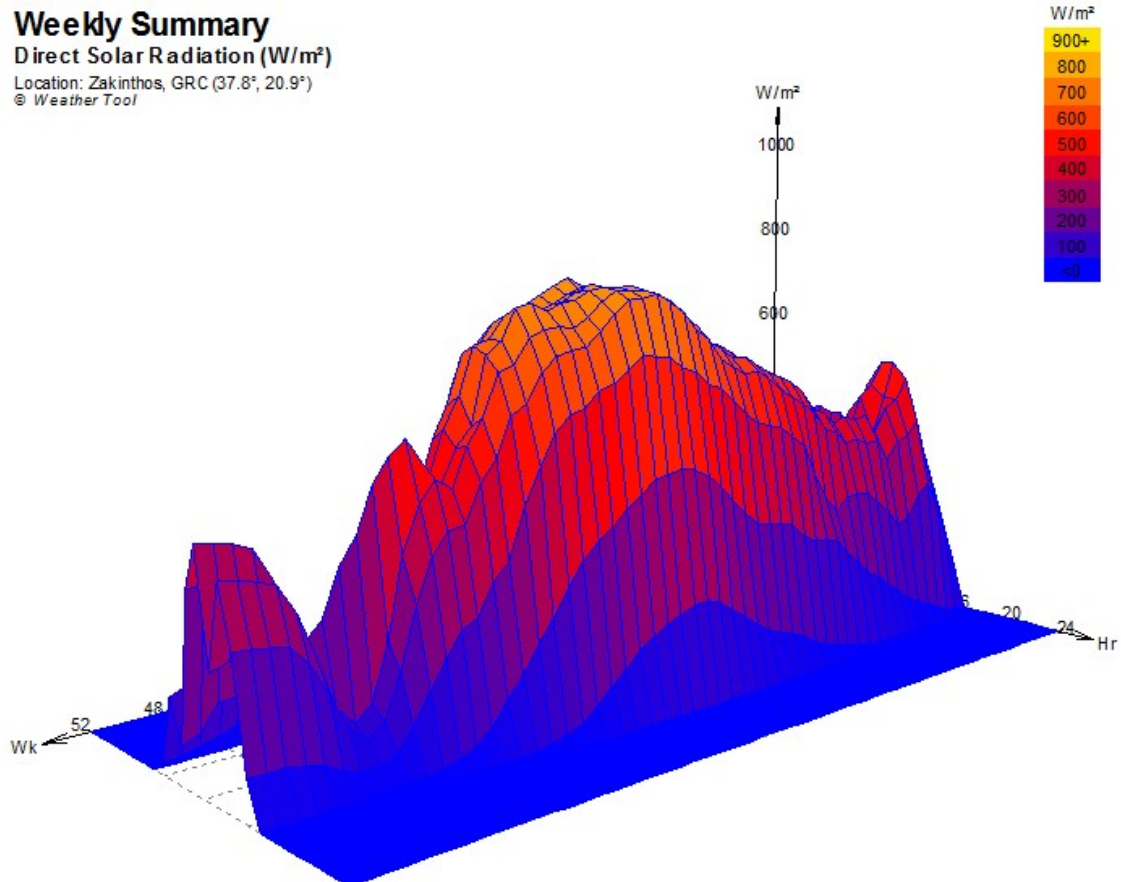
4.2.4 Ηλιακή ακτινοβολία

Βάσει των ακόλουθων στοιχείων προκύπτει ότι η ηλιακή ακτινοβολία, που δέχονται τα κτίρια και οι χώροι συγκέντρωσης του λιμανιού, είναι αρκετά μεγάλη καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και κυρίως κατά το καλοκαίρι. Επομένως, κατά το χειμώνα το λιμάνι μπορεί να εκμεταλλευτεί την ακτινοβολία αυτή για τη θέρμανση των κτιρίων και των χώρων συγκέντρωσης, ενώ κατά το καλοκαίρι θα πρέπει να εκμεταλλευτεί βιοκλιματικές πρακτικές που θα οδηγούν στην αποφυγή της υπερθέρμανσης, όπως μεθόδους σκίασης και εκμετάλλευσης των ανέμων για φυσικό δροσισμό.

Πίνακας 4.3: Ηλιακή ακτινοβολία βάσει του Weather Tool.

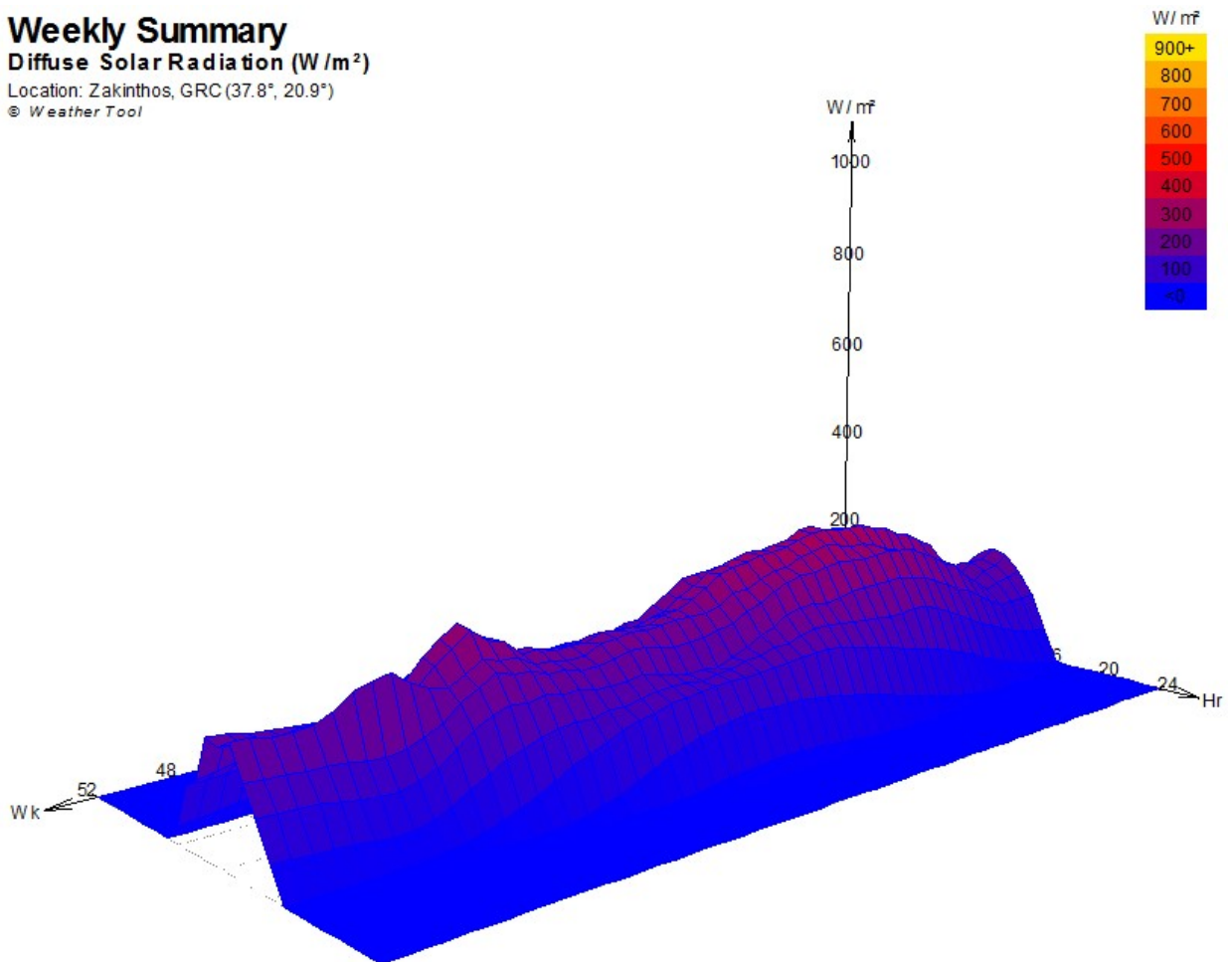
Μήνας	Ολική ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο (Wh/ m ²)
Ιανουάριος	3.540
Φεβρουάριος	4.618
Μάρτιος	5.608
Απρίλιος	7.116
Μάιος	8.224
Ιούνιος	8.912
Ιούλιος	9.476
Αύγουστος	8.561
Σεπτέμβριος	7.118
Οκτώβριος	4.981
Νοέμβριος	3.315
Δεκέμβριος	1.440

Εικόνα 4.8: Μέση εβδομαδιαία άμεση ηλιακή ακτινοβολία (W/ m²) βάσει του Weather Tool.



Εικόνα 4.9: Μέση εβδομαδιαία έμμεση ηλιακή ακτινοβολία (W/m^2) βάσει του Weather Tool.

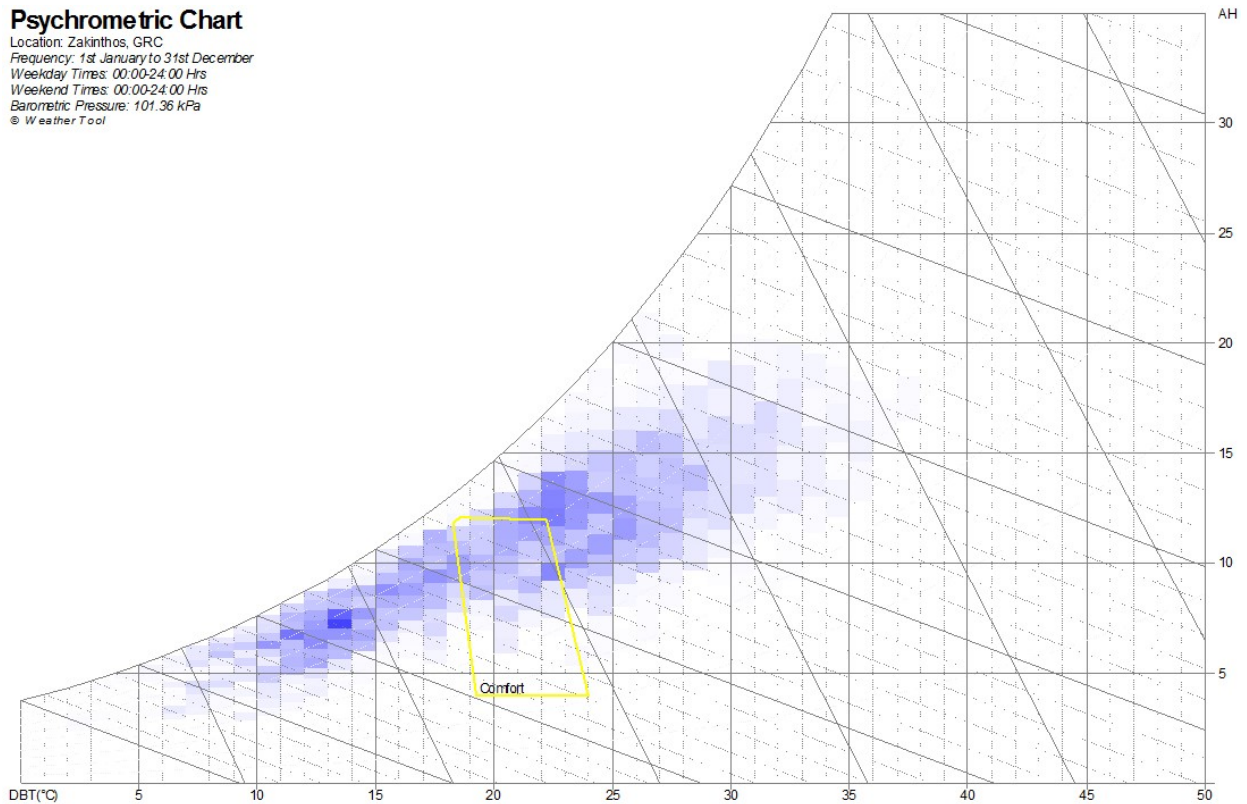
Weekly Summary
Diffuse Solar Radiation (W/m^2)
Location: Zakynthos, GRC (37.8°, 20.9°)
© Weather Tool



4.3 Ψυχομετρικό διάγραμμα

Βάσει του Weather Tool, το ψυχομετρικό διάγραμμα για το κλίμα της Ζακύνθου και για ένα μέτριο επίπεδο δραστηριότητας (αναφέρεται σε υπαλλήλους γραφείου μέχρι και άτομα που κάνουν περίπατο) έχει ως εξής:

Εικόνα 4.10: Ψυχομετρικό διάγραμμα βάσει του Weather Tool.



Λαμβάνοντας υπόψη ότι η ζώνη άνεσης πρέπει να διευρυνθεί για το κλίμα της Ζακύνθου, εξετάστηκαν διάφορες βιοκλιματικές πρακτικές καθώς και ένας συνδυασμός των πρακτικών αυτών. Ως βέλτιστη λύση προτείνεται συνδυασμός των κάτωθι τριών βιοκλιματικών πρακτικών:

- 1) Παθητική ηλιακή θέρμανση
- 2) Εκτεταμένη θερμική μάζα
- 3) Φυσικός αερισμός

Μετά την εφαρμογή παθητικής ηλιακής θέρμανσης (κόκκινο παραλληλόγραμμο), εκτεταμένης θερμικής μάζας (μπλε παραλληλόγραμμο) και φυσικού αερισμού (ροζ παραλληλόγραμμο), η ζώνη άνεσης έχει όπως διαμορφώνεται ακολούθως.

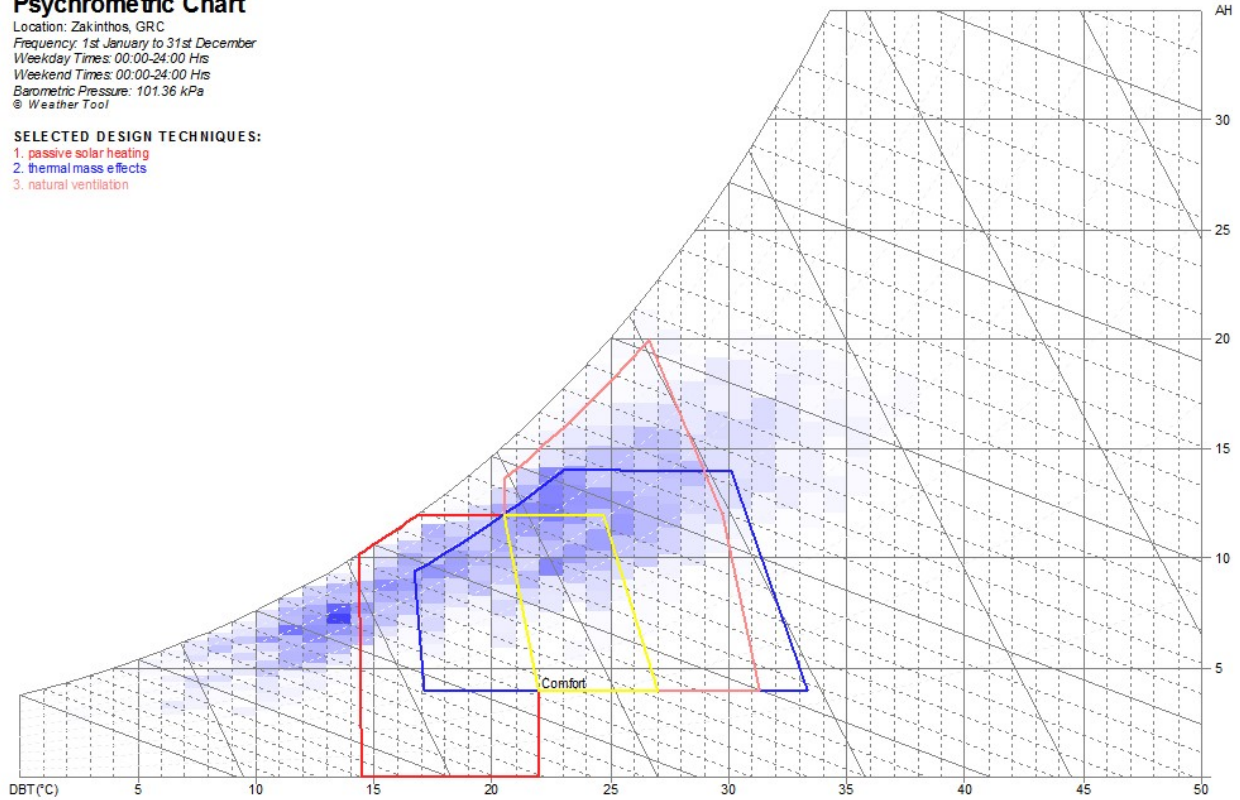
Εικόνα 4.11: Ζώνη άνεσης μετά την εφαρμογή βιοκλιματικών πρακτικών.

Psychrometric Chart

Location: Zakynthos, GRC
Frequency: 1st January to 31st December
Weekday Times: 00:00-24:00 Hrs
Weekend Times: 00:00-24:00 Hrs
Barometric Pressure: 101.36 kPa
© Weather Tool

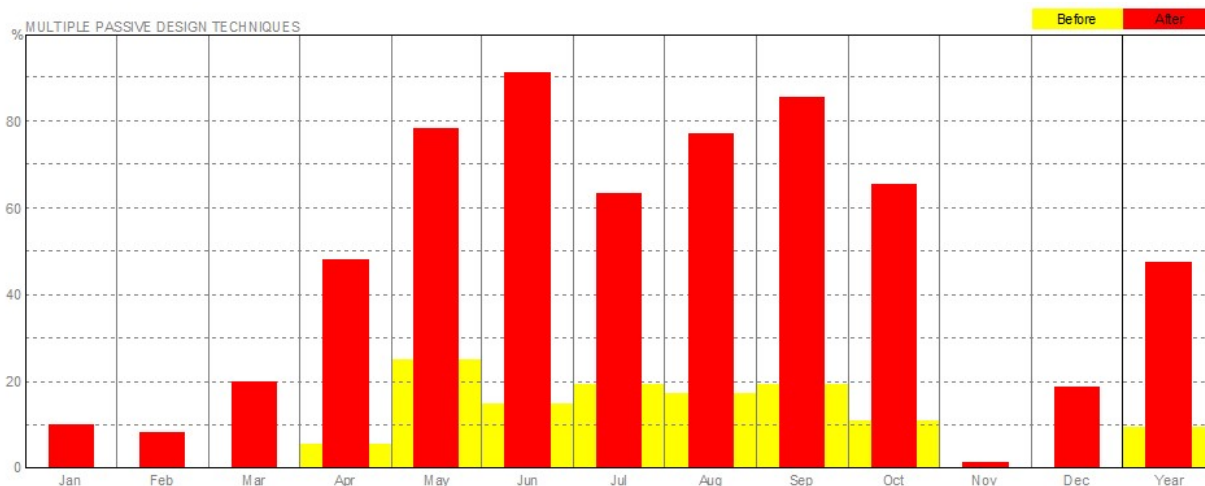
SELECTED DESIGN TECHNIQUES:

1. passive solar heating
2. thermal mass effects
3. natural ventilation



Επιπλέον, η βελτίωση του ποσοστού άνεσης, ύστερα από την εφαρμογή του παραπάνω συνδυασμού βιοκλιματικών πρακτικών, είναι αισθητή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, όπως φαίνεται στην Εικόνα 4.12, όπου οι κίτρινες μπάρες αναφέρονται στο ποσοστό άνεσης πριν εφαρμογή των τριών βιοκλιματικών πρακτικών και οι κόκκινες μπάρες στο αντίστοιχο ποσοστό μετά την εφαρμογή αυτών στο Weather Tool. Μάλιστα, η βελτίωση είναι ιδιαίτερα αυξημένη κατά το καλοκαίρι, την περίοδο δηλαδή που επιδιώκεται το λιμάνι να αποτελεί σημείο συγκέντρωσης των κατοίκων και των τουριστών του νησιού.

Εικόνα 4.12: Ποσοστό άνεσης πριν και μετά την εφαρμογή των τριών βιοκλιματικών πρακτικών βάσει του Weather Tool.



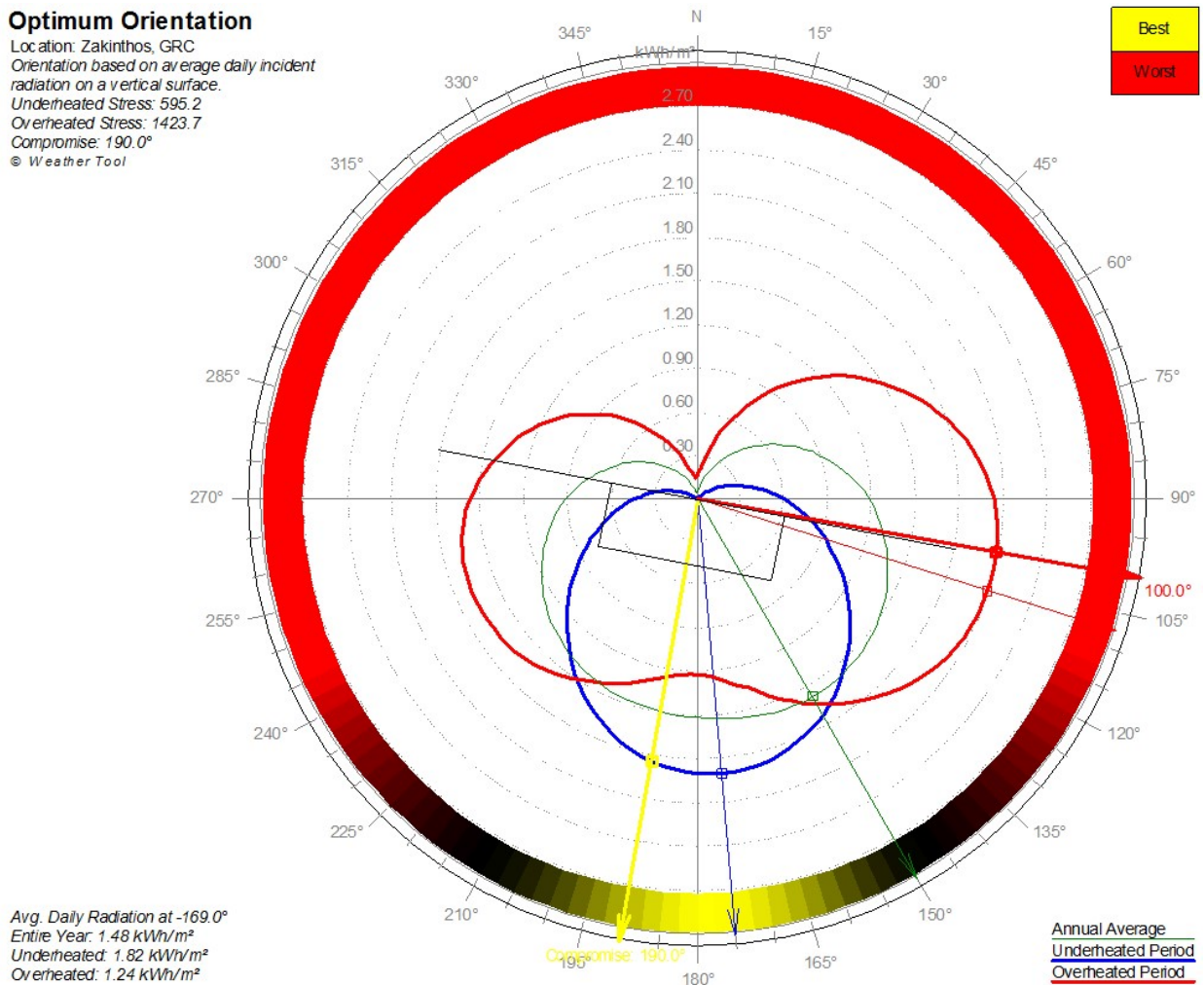
4.4 Βέλτιστος κτιριακός προσανατολισμός

Τέλος, βάσει του Weather Tool υπολογίζεται ο βέλτιστος προσανατολισμός των κτιρίων και των χώρων συγκέντρωσης του λιμανιού. Όπως φαίνεται από την παρακάτω εικόνα, ο βέλτιστος προσανατολισμός είναι ο νότιος για τη διαμήκη πλευρά των κτιρίων και των χώρων συγκέντρωσης του λιμανιού. Ειδικότερα, μία κλίση 11° προς τον άξονα ανατολής-δύσης είναι ο βέλτιστος προσανατολισμός για την τοποθεσία της Ζακύνθου.

Εικόνα 4.13: Βέλτιστος κτιριακός προσανατολισμός βάσει του Weather Tool.

Optimum Orientation

Location: Zakynthos, GRC
Orientation based on average daily incident radiation on a vertical surface.
Underheated Stress: 595.2
Overheated Stress: 1423.7
Compromise: 190.0°
© Weather Tool



Όλα τα ανωτέρω (κλίμα, ψυχομετρικό διάγραμμα και βέλτιστος προσανατολισμός) προτείνεται να αποτελέσουν τις κατευθυντήριες γραμμές για την εκ νέου βιοκλιματική ανάπτυξη του λιμανιού της Ζακύνθου.

5 ΕΡΜΗΝΕΙΑ

5.1 Εισαγωγή

Κατέστη δυνατόν ανωτέρω να βρεθούν δύο προτάσεις σε ελληνικό επίπεδο, που αφορούν μάλιστα και οι δύο το παλιό λιμάνι της Πάτρας, καθώς και δύο μεσογειακά παραδείγματα, το λιμάνι της Βαλένθια («*Valenciaport*») της Ισπανίας και το διεθνές λιμάνι Malta Freeport της Μάλτας. Ωστόσο, τα παραδείγματα αυτά θεωρήθηκε ότι προσφέρουν ιδιαίτερα ενδιαφέρουσες ιδέες αναφορικά με το μπορεί να γίνει για τη βιοκλιματική αναβάθμιση του λιμανιού της Ζακύνθου. Ελλείπει περισσότερων παραδειγμάτων, ιδέες αντλήθηκαν και από την ανάπλαση άλλων λιμανιών ή/ και παραλιακών ζωνών πόλεων της χώρας, όπως για παράδειγμα από την νέα παραλία της Θεσσαλονίκης. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι οι εκτεταμένοι χώροι πράσινου της νέας παραλίας Θεσσαλονίκης αποτέλεσαν πηγή έμπνευσης για τους χώρους πράσινου, που προτείνεται να αναπτυχθούν κατά τη βιοκλιματική αναβάθμιση του λιμανιού της Ζακύνθου. Βέβαια για το λιμάνι της Ζακύνθου, τον πρώτο ρόλο στις αποφάσεις των όποιων ζωνών πράσινου θα έχει το κλίμα του νησιού. Η επιλογή του λιμανιού της Ζακύνθου εδράστηκε όχι μονάχα στην εντοπιότητα της συγγραφέως από το εν λόγω νησί, γεγονός που της επέτρεψε να έχει πρόσβαση σε πληροφορίες που το αφορούν, αλλά επίσης στην εκτίμησή της ότι το εν λόγω λιμάνι δύναται να αποτελέσει το κέντρο του Ιονίου.

5.2 Βιοκλιματικές προτάσεις

Σε ό,τι αφορά συνολικά το νέο λιμάνι της Ζακύνθου και με στόχο να αυτό καταστεί όσο πιο βιοκλιματικό γίνεται, προτείνεται να ακολουθηθούν οι εξής γενικές βιοκλιματικές πρακτικές:

- 1) Χρήση εκτεταμένης βλάστησης: στο λιμάνι προτείνεται να υπάρχει εκτεταμένη βλάστηση. Η βλάστηση αυτή, και στην περίπτωση που πρόκειται κυρίως για τα κτίρια που προτείνεται να απαρτίζουν το λιμάνι, θα αποτελείται τόσο από φυλλοβόλα όσο και από αειθαλή δέντρα και θάμνους, με στόχο να λαμβάνονται υπόψη τόσο οι ανάγκες για θερμικά οφέλη κατά τη χειμώνα όσο και για σκίαση για την αποφυγή υπερθέρμανσης το καλοκαίρι. Μάλιστα η φυλλοβόλα βλάστηση θα τοποθετείται στη νότια όψη των κτιρίων (ή και στη νότια πλευρά

όταν πρόκειται για τις ζώνες, που η βλάστηση μοιάζει να οριοθετεί απλά το χώρο) με σκοπό να εξασφαλίζεται η επαρκής σκίαση το καλοκαίρια και ταυτόχρονα να επιτρέπεται στον ήλιο να θερμαίνει φυσικά τα κτίρια κατά το χειμώνα.

- 2) Χρήση της αειθαλούς βλάστησης για την προστασία των κτιρίων και των ανοιχτών χώρων από τους ψυχρούς ανέμους κατά τους χειμερινούς μήνες. Η πυκνότητα της βλάστησης προτείνεται να είναι τέτοια, ώστε να επιτρέπεται κατά το καλοκαίρι στους βορειοανατολικούς θερμούς ανέμους να παρέχουν φυσικό δροσισμό στα κτίρια.
- 3) Προσανατολισμός των κτιρίων προς το νότο (και πιο συγκεκριμένα σε μία κλίση 11° προς τον άξονα ανατολής-δύσης με βάση το βέλτιστο προσανατολισμό, όπως αυτός προέκυψε για την τοποθεσία της Ζακύνθου).
- 4) Χρήση στα κτίρια των βιοκλιματικών πρακτικών της παθητικής ηλιακής θέρμανσης, της εκτεταμένης θερμικής μάζας και του φυσικού αερισμού, που όπως αποδείχτηκε μπορούν να βελτιώσουν τις συνθήκες άνεσης των χρηστών τους.
- 5) Χρήση υλικών στα κτίρια που θα συμβάλουν σε μία εκτεταμένη θερμική μάζα, τα οποία προτείνεται να είναι τοπικής προέλευσης ώστε να μειωθεί κατά το δυνατό ο περιβαλλοντικός αντίκτυπος από την ανάγκη μεταφοράς των υλικών σε μεγάλες αποστάσεις.
- 6) Χρήση ανοιχτόχρωμων χρωμάτων και επένδυση των εξωτερικών επιφανειών των κτιρίων με ξύλο, ώστε αφενός να εξασφαλίζεται η αποφυγή υπερθέρμανσης των κτιρίων το καλοκαίρι και να επιτυγχάνεται η αισθητική ενσωμάτωση των κτιρίων με τις εκτεταμένες ζώνες πράσινου του λιμανιού της Ζακύνθου.

5.3 Ζώνες πράσινου

Ως συνέπεια της ανωτέρω ανάγκης εκτεταμένης βλάστησης, το λιμάνι της Ζακύνθου προτείνεται να διαθέτει εκτεταμένους χώρους πράσινου, με μία πυκνότερη ή αραιότερη βλάστηση. Με τον τρόπο αυτό, μεταξύ άλλων, οι επισκέπτες (τουρίστες και μόνιμοι κάτοικοι) θα έχουν πρόσβαση - διέξοδο στο πράσινο σε ένα σημείο, όπου προηγουμένως ήταν αδύνατο. Μάλιστα οι ζώνες πράσινου προτείνεται, ενώ είναι διακριτές, αφού θα υπάρχουν σημεία στο λιμάνι χωρίς

δενδροφύτευση, ταυτόχρονα να μοιάζουν ότι ενσωματώνουν με αρμονικό τρόπο τις επιλεγείσες εγκαταστάσεις - κτίρια, τα οποία επίσης περιστοιχίζονται από βλάστηση.

Οι ζώνες αυτές πράσινου θα διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες:

- 1) Ζώνες με εκτεταμένη βλάστηση, που επί της ουσίας θα αποτελούν τα πάρκα, στα οποία οι επισκέπτες έχουν τη δυνατότητα να απολαύσουν το πράσινο και
- 2) Ζώνες που η βλάστηση θα μοιάζει ότι οριοθετεί απλά το χώρο, ώστε να μπορούν εκεί να φιλοξενηθούν διάφορες εποχικές δράσεις, όπως συναυλίες, εκθέσεις και ούτω καθεξής.

Οι ζώνες με την εκτεταμένη βλάστηση, που ουσιαστικά προτείνεται να αποτελούν πάρκα διαφορετικού τύπου, είναι συνολικά επτά, διαφορετικής κάθε φορά επιφάνειας. Καθώς ο αριθμός των πάρκων είναι αρκετά μεγάλος, προτείνεται καθένας από αυτούς να αποκτήσει το δικό χαρακτήρα και τύπο. Πιο συγκεκριμένα τα πάρκα, που προτείνεται να αποτελέσουν μέρος του νέου λιμανιού της Ζακύνθου είναι τα εξής:

1. Βοτανικός κήπος: ο βοτανικός κήπος προτείνεται να καλύπτει μία συνολική έκταση 1.418 m². Για να γίνει καλύτερα κατανοητό το τι ακριβώς είναι και από τι ακριβώς αποτελείται ένας βοτανικός κήπος, σημειώνεται ότι ο βοτανικός κήπος είναι ένας κήπος αφιερωμένος στη συλλογή, την καλλιέργεια, τη συντήρηση και την προβολή ενός ευρέος φάσματος φυτών που φέρουν την επιστημονική ονομασία τους. Μπορεί να περιέχει εξειδικευμένες συλλογές φυτών, όπως κάκτους και άλλα χυμώδη φυτά, κήπους με βότανα, φυτά από συγκεκριμένα μέρη του κόσμου και ούτω καθεξής. Μπορεί να περιλαμβάνει θερμοκήπια και ψυκτικούς θαλάμους (shade houses) και πάλι με ειδικές συλλογές, όπως τροπικά φυτά, αλπικά φυτά ή άλλα εξωτικά φυτά (Benfield, 2013). Μάλιστα, για το βοτανικό κήπο του λιμανιού της Ζακύνθου εκτιμάται ότι θα εξυπηρετείται το σύνολο των παραπάνω ενδιαφερόντων και θα καλύπτονται όλες οι παραπάνω υπηρεσίες. Ο συγκεκριμένος κήπος προτείνεται να αναπτυχθεί στο βόρειο - ανατολικότερο άκρο - χώρο πράσινου του λιμανιού της Ζακύνθου.

2. Στους χώρους πράσινου γύρω από το βοτανικό κήπο, προτείνεται να υπάρχουν δύο πάρκα - κήποι αναψυχής, που ουσιαστικά θα περιστοιχίζουν το βοτανικό κήπο. Τα δύο αυτά πάρκα θα διαθέτουν εκτεταμένα σημεία καλυμμένα με γρασίδι, ώστε να προσφέρουν την ικανότητα στους επισκέπτες να περνούν τον ελεύθερο χρόνο τους, παίζοντας για παράδειγμα υπαίθρια παιχνίδια ή ακόμη και κάνοντας το διάλειμμα τους από την εργασία τους. Στα δύο πάρκα θα είναι στρατηγικά

φυτεμένα δέντρα που θα παρέχουν σκίαση, καθώς και εξειδικευμένοι χώροι καθήμενων (κιάσκια και ούτω καθεξής) και μεμονωμένα παγκάκια.

3. Ένας από τους υπόλοιπους χώρους πράσινου και πιο συγκεκριμένα αυτός που παρεμβάλλεται μεταξύ των δύο περιοχών του λιμανιού της Ζακύνθου, που θα φιλοξενούν τη θαλάσσια αθλητική δραστηριότητα των καγιάκ, προτείνεται να φιλοξενεί ένα μικρό σκέιτ πάρκο, δηλαδή ένα ειδικά σχεδιασμένο πάρκο αναψυχής για σκέιτ, ποδήλατα, σκούτερ και ούτω καθεξής. Ένα πάρκο του τύπου αυτού μπορεί να περιέχει σωλήνες διαφορετικών σχημάτων και μεγεθών, κιγκλιδώματα, ένα συνδυασμό από αναχώματα, επίπεδες επιφάνειες, σιδηροτροχιές και κυρτές επιφάνειες, ώστε αυτός που κάνει σκέιτ ή ποδήλατο να μπορεί να εκτοξευτεί στον αέρα, καθώς και κεκλιμένες ράμπες, πυραμίδες, σκάλες και οποιοδήποτε αριθμό άλλων αντικειμένων. Περιμετρικά του πάρκου προτείνεται να τοποθετηθεί βλάστηση προς επίτευξη της απαραίτητης και κατά το μέγιστο δυνατό σκίαση κατά τους καλοκαιρινούς μήνες και αντίστοιχα την προστασία από τους ψυχρούς ανέμους το χειμώνα. Με τον τρόπο αυτό το πάρκο θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

4. Στους δύο χώρους πράσινου μεταξύ των οποίων παρεμβάλλεται η παιδική χαρά, προτείνεται να αναπτυχθούν (α) ένα πάρκο με αναψυκτήριο και (β) ένα πάρκο «γλυπτών». Το πάρκο γλυπτών προτείνεται να αναπτυχθεί στο χώρο πράσινου μεταξύ της παιδικής χαράς και του μουσείου (σαν πολιτιστική συνέχεια του μουσείου), ενώ το πάρκο με το αναψυκτήριο θα αναπτυχθεί στο χώρο πράσινου, που επί της ουσίας αποτελεί το νότιο - δυτικότερο άκρο - χώρο πράσινου του λιμανιού της Ζακύνθου. Σημειώνεται ότι τα γλυπτά του πάρκου γλυπτών θα προέρχονται από τις εκθέσεις που θα φιλοξενούνται εποχικά στο γειτονικό μουσείο, που θα είναι ένα μουσείο σύγχρονης τέχνης. Κατά συνέπεια το πάρκο προτείνεται να περιλαμβάνει ειδικά σχεδιασμένα βάθρα, στα οποία θα μπορούν να τοποθετούνται τα γλυπτά για την υπαίθρια έκθεσή τους στους επισκέπτες του μουσείου.

5. Παιδική χαρά: όπως σημειώθηκε ανωτέρω ένας από τους επτά χώρους πράσινου προτείνεται να αποτελεί μία παιδική χαρά.

5.4 Λοιπές προτάσεις

Πέραν των αρχών βιοκλιματικού σχεδιασμού, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην ανάπτυξη του λιμανιού και με στόχο το λιμάνι αυτό να γίνει πιο βιώσιμο, προτείνονται κάποιες βασικές πρακτικές, που στοχεύουν στη μείωση της ατμοσφαιρικής μόλυνσης και ταυτόχρονα στη βελτίωση της ποιότητας του νερού. Ωστόσο, καθώς δεν υπάρχουν σαφείς πληροφορίες σε ό,τι αφορά τα τυχόν προβλήματα βυθοκόρησης, υδάτων έρματος και επικίνδυνων τοξικών ουσιών που εκλύονται από τα πλοία στο νερό, η παρούσα πρόταση αφορά μόνο τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα.

Ειδικότερα στην περίπτωση της βελτίωσης της ποιότητας του αέρα προτείνεται η παρακάτω μέθοδος, που φαίνεται να κυριαρχεί στον συγκεκριμένο τομέα σε παγκόσμιο επίπεδο (Hiranandani, 2014). Με τη ναυτιλιακή βιομηχανία να εισέρχεται σε μια νέα, φιλική προς το περιβάλλον περίοδο, οι ενδιαφερόμενοι στη ναυτιλιακή βιομηχανία αναζητούν τρόπους για τη μείωση των εκπομπών των πλοίων τους. Εκτός από την επιλογή πράσινων καυσίμων και καθαριστών (scrubber, δηλαδή συστημάτων ελέγχου και αποτροπής της μόλυνσης), τα ίδια λιμάνια έρχονται να προσθέσουν μια ακόμη εναλλακτική, τη λεγόμενη ενέργεια από την ξηρά (shore-side electricity ή cold ironing) [Gellings, 2011; Wang et al., 2015].

Ελλείπει βασικών στοιχείων ως προς τον αριθμό των αγκυροβολιών που υπάρχουν στο λιμάνι της Ζακύνθου (Mykosmos, 2020) και επαρκών τεχνικών γνώσεων αναφορικά με την ανάπτυξη της τεχνολογίας ενέργειας από την ξηρά, γίνεται η υπόθεση ότι η τεχνολογία ενέργειας από την ξηρά για το λιμάνι της Ζακύνθου δύναται να ακολουθήσει τα σχεδιαστικά πρότυπα, που εφαρμόστηκαν στο λιμάνι της Κυλλήνης. Πιο συγκεκριμένα, γίνεται η υπόθεση ότι στο λιμάνι της Ζακύνθου, που προτείνεται να αναπτυχθεί εκ νέου, θα υπάρχουν τέσσερα αγκυροβόλια, στα οποία όπως ακριβώς με το λιμάνι της Κυλλήνης, θα μπορούν να φιλοξενούν ημερησίως πέντε τυπικά επιβατηγά πλοία με μία μέση ζήτηση φορτίου περίπου 257 kW (με αιχμή περίπου ίση με 375 kW (450 kVA) και ελάχιστη ζήτηση περίπου 200 kW) το καθένα. Η εφαρμογή της ενέργειας από την ξηρά, όπως ακριβώς στο λιμάνι της Κυλλήνης, προτείνεται να αποτελείται από δύο θέσεις εφοδιασμού. Η πλήρης παράκτια εγκατάσταση θα αποτελείται από δύο υποθαλάσσιους υποσταθμούς, έναν ανά θέση εφοδιασμού. Η συνολική ισχύς της εγκατάστασης ενέργειας από την ξηρά θα είναι ίση με 500 kVA. Επιπλέον, για την παραγωγή της απαιτούμενης ηλεκτρικής ενέργειας θα εγκατασταθεί σε κτίριο σύστημα φωτοβολταϊκών ισχύος 20 kWp, που θα

εγκατασταθεί είτε σε κάποιο από τα υπάρχοντα ή σε κάποιο από τα προτεινόμενα κτίρια (Mertikas et al., 2018). Καθώς οι ακριβείς διαστάσεις της εγκατάστασης δεν κατέστη δυνατόν να βρεθούν, θεωρείται ότι θα χρησιμοποιηθεί κάποιος από τον ελεύθερο χώρο στο λιμάνι.

5.5 Πρακτική εφαρμογή των αποτελεσμάτων

Για την επίτευξη του στόχου της παρούσας εργασίας, πέραν της ανασκόπησης της απαραίτητης σχετικής βιβλιογραφίας, εξετάστηκαν τέσσερα υπάρχοντα παραδείγματα βιοκλιματικών λιμανιών, σε ελληνικό και μεσογειακό επίπεδο, καθώς και οι υπάρχουσες αναπλάσεις άλλων λιμανιών ή/ και παραλιακών ζωνών πόλεων της χώρας, όπως για παράδειγμα από την νέα παραλία της Θεσσαλονίκης. Παράλληλα και καθώς η πλέον σημαντική παράμετρος για την οποιαδήποτε βιοκλιματική εφαρμογή είναι το κλίμα, εξετάστηκε διεξοδικά το κλίμα στην περιοχή του λιμανιού της Ζακύνθου. Βάσει όλων των παραπάνω προτάσεων, πρακτικών και εφαρμογών το λιμάνι της Ζακύνθου πλέον θα δύναται να χαρακτηριστεί ως βιοκλιματικό και ταυτόχρονα ως ένα λιμάνι που θα παρέχει τη δυνατότητα στα μεγάλα κρουαζιερόπλοια, καθώς και στα σκάφη αναψυχής να προσδένονται με ασφάλεια στο λιμάνι. Επιπλέον, θα παρέχει τόσο στους κατοίκους όσο και στους τουρίστες ένα σημείο – πόλο έλξης για την ενασχόληση με πολλαπλές και ενδιαφέρουσες δραστηριότητες αναψυχής και άθλησης.

Η ανωτέρω πρόταση από την οποία προκύπτει μία εκ νέου ανάπτυξη του λιμανιού της Ζακύνθου και μία αναβάθμιση των υπάρχοντων στοιχείων του, θα οδηγήσει σε ένα λιμάνι, που όπως σημειώθηκε, μπορεί πλέον να χαρακτηριστεί ως βιοκλιματικό, προσφέροντας έτσι όλα τα πλεονεκτήματα του βιοκλιματικού σχεδιασμού και ευρύτερα της βιωσιμότητας, που τόσο χρειάζονται όπως προέκυψε από την υπάρχουσα βιβλιογραφία, τα σύγχρονα λιμάνια, ώστε να γίνουν όσο το δυνατόν λιγότερο ρυπογόνα και όσο το δυνατόν φιλικά απέναντι στο τοπικό τους περιβάλλον. Ταυτόχρονα, η σημασία του χαρακτηρισμού του λιμανιού ως βιοκλιματικού θα προσφέρει στο νησί ένα ανταγωνιστικό πλεονέκτημα σε ό,τι αφορά την προσέλκυση τουριστών, που έχουν περιβαλλοντικές ανησυχίες. Παράλληλα, το λιμάνι πλέον θα μπορεί να εξασφαλίσει την ασφαλή πρόσδεση κρουαζιερόπλοιων και σκαφών αναψυχής, ένα στοιχείο υψίστης σημασίας για το νησί, που αποτελεί έναν σημαντικό όχι μόνο ελληνικό αλλά και διεθνή τουριστικό προορισμό. Ακόμη το λιμάνι θα μπορεί πλέον να αποτελέσει έναν ακόμη σημείο - πόλο έλξης για το νησί της

Ζακύνθου, προσφέροντας έτσι την ευκαιρία για την προσέλκυση ακόμη περισσότερων τουριστών. Με άλλα λόγια το λιμάνι της Ζακύνθου θα αναβαθμιστεί, ώστε να μπορεί να εξυπηρετεί με ασφάλεια τις ανάγκες για τις οποίες κατασκευάστηκε εξαρχής (εξυπηρέτηση κρουαζιερόπλοιων και σκαφών αναψυχής μεταξύ άλλων), με έναν τρόπο που να μην επιβαρύνει το τοπικό περιβάλλον και που παράλληλα θα προσφέρει νέες ευκαιρίες τουριστικής και κατά συνέπεια και οικονομικής ανάπτυξης για το νησί.

5.6 Συστάσεις για μελλοντική έρευνα

Ως συστάσεις για μελλοντική έρευνα προτείνονται τα εξής:

- Διεξοδική εξέταση σχεδιαστικών και κατασκευαστικών προδιαγραφών των κτιρίων που θα ενταχθούν στο νέο λιμάνι της Ζακύνθου, ώστε να διασφαλιστεί ότι θα είναι βιοκλιματικά.
- Διεξοδική ανάλυση σκίασης για να διασφαλιστεί ότι η βλάστηση που θα τοποθετηθεί στο λιμάνι της Ζακύνθου καλύπτει τις ανάγκες σκίασης τόσο των κτιρίων όσο και των ανοιχτών χώρων κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.
- Ακριβέστερη μελέτη των προδιαγραφών για τη λειτουργία της ενέργειας από την ξηρά σύμφωνα με τις εξειδικευμένες ανάγκες του λιμανιού της Ζακύνθου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Ελληνόγλωσσες

- Κουμιώτη, Κ. (2014). *Σεισμικές Καταστροφές και Οικιστική Ανασυγκρότηση - Συγκριτική Ανάλυση Των Περιπτώσεων Ζακύνθου Και Καλαμάτας*. Διπλωματική εργασία, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
<https://bit.ly/2O5x3lT>
- Στάμου, Μ. (2018). *Μέθοδοι αντιμετώπισης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που προκαλείται μέσω της παγκόσμιας εμπορικής ναυτιλίας: μελέτη περίπτωσης SO₂ (διοξείδιο του θείου)*. Πτυχιακή εργασία, Τμήμα Ναυτιλίας και Επιχειρηματικών Υπηρεσιών, Πανεπιστήμιο Αιγαίου.
<https://bit.ly/2DbYGaE>

Ξενόγλωσσες

- Allard, F., Santamouris, M., Alvarez, S. et al. (1998). *Natural Ventilation In Buildings: A Design Handbook*. London: Earthscan.
- Alwetaishi, M., & Gadi, M. (2020). New and Innovative Wind Catcher Designs to Improve Indoor Air Quality in Buildings. *Energy and Built Environment*.
<https://doi.org/10.1016/j.enbenv.2020.06.009>
- Arduino, G., Murillo, D., & Ferrari, C. (2011). Key Factors and Barriers to the Adoption of Cold Ironing in Europe. *Working Papers SIET*. <https://bit.ly/2NYb8wQ>
- Autoridad de Valencia (2011). *Responsables con nuestro entorno: Iniciativas ambientales de la Autoridad Portuaria de Valencia*. Autoridad de Valencia. <https://bit.ly/34oSUO2>
- Bajçinovci, B., & Jerliu, F. (2016). Achieving Energy Efficiency in Accordance with Bioclimatic Architecture Principles. *Environmental and Climate Technologies*, 18(1), 54-63.
<https://doi.org/10.1515/rtuct-2016-0013>
- Balcomb, D. (2008). *Passive Solar Buildings*. MIT Press.
- Benfield, R. (2013). *Garden Tourism*. London: CABI.
- Bergqvist, R., & Monios, J. (2018). *Green Ports: Inland and Seaside Sustainable Transportation Strategies*. Amsterdam: Elsevier.
- Bilkovic, D., Mitchell, M., La Peyre, M., & Toft, J. (2017). *Living Shorelines: The Science and Management of Nature-Based Coastal Protection*. Boca Raton: CRC Press.
- Böer, K. (1989). *Advances in Solar Energy: An Annual Review of Research and Development*. New York: Springer US.
- Bovill, C. (2014). *Sustainability in Architecture and Urban Design*. London: Routledge.

- Brophy, V., & Lewis, J. (2011). *A Green Vitruvius: Principles and Practice of Sustainable Architectural Design*. London: Earthscan. <https://bit.ly/2ypxmUh>
- Cañas, I., & Martín, S. (2004). Recovery of Spanish vernacular construction as a model of bioclimatic architecture. *Building and Environment*, 39(12), 1477-1495. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2004.04.007>
- Carpenter, A., & Lozano, R. (2020). *European Port Cities in Transition: Moving towards more sustainable sea transport hubs*. Switzerland: Springer Nature.
- Chandra, S., Fairey, P., & Houston, M. (1983). *A Handbook for Designing Ventilated Buildings*. Florida: Florida Solar Energy Centre.
- Cork, S., Bodell, N., & Ludicke, M. (2014). *Masterplans for the Development of Existing Ports*. International Navigation Association (PIANC). <https://bit.ly/3f1ys8B>
- Daemei, A., Eghbali, S., & Khotbehsara, E. (2019). Bioclimatic design strategies: A guideline to enhance human thermal comfort in Cfa climate zones. *Journal of Building Engineering*, 25. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2019.100758>
- De Boer, C., Vinke-de Kruijf, J., Özerol, G., & Bressers, H. (2013). *Water Governance, Policy and Knowledge Transfer: International Studies on Contextual Water Management*. London: Taylor and Francis.
- Duran, S. (2010). *Eco House: Practical Ideas for a Greener, Healthier Dwelling*. London: Firefly Books.
- Evans, J. (2007). *The Comfort Triangles: A New Tool for Bioclimatic Design*. Doctor of Philosophy, Architectural Association, School of Architecture, London. <https://bit.ly/3fgl4OA>
- Gellings, C. (2011). *Saving Energy and Reducing CO₂ Emissions with Electricity*. London: Fairmont Press.
- Givoni, B. (1994). *Passive and Low Energy Cooling Of Buildings*. New York: John Wiley & Sons.
- Gopalakrishnan, K., Steyn, W., & Harvey, J. (2014). *Climate Change, Energy, Sustainability and Pavements*. Springer.
- Gordon, J. (2013). *Solar Energy: The State Of The Art*. New York: Routledge.
- Goulding, J., Steemers, T., & Owen, L. (1993). *Energy in Architecture; the European Passive Solar Handbook*. London: Batsfords for the Commission of the European Communities.
- Haynes, O. (2015). *Natural Ventilation: Strategies, Health Implications and Impacts on the Environment*. New York: Nova Science Pub Inc
- Hiranandani, V. (2014). Sustainable development in seaports: a multi-case study. *WMU Journal of Maritime Affairs*, 13(1), 127-172. <https://doi.org/10.1007/s13437-013-0040-y>
- Howard, B., & Fraker, H. (1990). *Thermal Energy Storage in Building Interiors*. Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology.

- Ilter, S. (2018). Exploring Design Principles of Bioclimatic Architecture and Double Skin Facades as A Convincing Tool for Energy Saving. *Journal of Contemporary Urban Affairs*, 2(3), 60-66. <https://doi.org/10.25034/jjcua.2018.4719>
- Innes, A., & Monios, J. (2018). Identifying the unique challenges of installing cold ironing at small and medium ports – The case of Aberdeen. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 62, 298-313. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2018.02.004>
- Jaafaru, F. (2015). *An assessment of bioclimatic design principles in optimizing energy efficiency in design of state convention center, Kaduna*. Department of Architecture, Ahmadubello University Zaria, Nigeria. <https://bit.ly/2AwCgjt>
- John, M. (2007). *The Comfort Triangles: A New Tool for Bioclimatic Design*. Doctor of Philosophy, Architectural Association, School of Architecture, London. <https://bit.ly/3f4fQF2>
- Karakatsanis, C., Bahadori, M., & Vickery, B. (1986). Evaluation of pressure coefficients and estimation of air flow rates in buildings employing wind towers. *Solar Energy*, 37(5), 363-374. [https://doi.org/10.1016/0038-092X\(86\)90132-5](https://doi.org/10.1016/0038-092X(86)90132-5)
- Kolokotroni, M. (1985). *The Thermal Performance of Housing in Greece: A Study of the Environmental Response to Climate*. Bartlett of Architecture.
- Košir, M. (2019). *Climate Adaptability of Buildings: Bioclimatic Design in the Light of Climate Change*. Ljubljana: Springer International Publishing.
- Kotani, H., Goto, T., Ohba, M., & Kurabuchi, T. (2009). *Review of Cross-Ventilation Research Papers - from the Working Group for Natural Ventilation and Cross-Ventilation of the Architectural Institute of Japan*. *International Journal of Ventilation*, 8(3), 233-241. <https://doi.org/10.1080/14733315.2009.11683848>
- Kronfeld-Goharani, U. (2018). Maritime economy: Insights on corporate visions and strategies towards sustainability. *Ocean & Coastal Management*, 165, 126-140. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.08.010>
- Lam, J., & Notteboom, T. (2014). The Greening of Ports: A Comparison of Port Management Tools Used by Leading Ports in Asia and Europe. *Transport Reviews*, 34(2), 169-189. <https://doi.org/10.1080/01441647.2014.891162>
- Larsen, T., & Heiselberg, P. (2008). *Single-sided natural ventilation driven by wind pressure and temperature difference*. *Energy and Buildings*, 40(6), 1031-1040. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2006.07.012>
- Lechner, N. (2014). *Heating, Cooling, Lighting: Sustainable Design Methods For Architects* (4th Ed.). New Jersey: John Wiley & Sons.
- Ligteringen, H. (2017). *Ports and Terminals* (2nd ed.). Delft: Delft Academic Press.
- Manzano-Agugliaro, F., Montoya, F., Sabio-Ortega, A., & García-Cruz, A. (2015). Review of bioclimatic architecture strategies for achieving thermal comfort. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 49, 736-755. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.095>

- Mathur, V., & Chand, I. (2003). Climatic design for energy efficiency in buildings. *Central Building Research Institute*, 84, 33-39. <https://bit.ly/3b67ZE5>
- Mertikas, P., Dallas, S., Spathis, D., Kourmpelis, T., Georgakopoulos, I., Prousalidis, J., Lyridis, D., Nakos, L., Mitrou, P., & Georgiou, V. (2018). Furthering the Electricity to Ships and Ports: the ELEMED Project. *2018 XIII International Conference on Electrical Machines (ICEM)*, 1-8. <https://doi.org/10.1109/ICELMACH.2018.8506729>
- Mohammed, H., Jubear, A., & Obaid, H. (2020). *Natural Ventilation in Passive System of Vertical Two-Stores Solar Chimney*. *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences*, 69(2), 130-146. <https://bit.ly/3hwqLc6>
- Muellejans, H., Zaaïman, W., Galleano, R., Pavanello, D., Salis, E., et al. (2020). *State-of-the-art for assessment of solar energy technologies 2019*. Publications Office of the European Union. <https://bit.ly/2OXFGiF>
- Nakielska, M., & Pawłowski, K. (2020). Conditions of the Internal Microclimate in the Museum. *Journal of Ecological Engineering*, 21(1), 205-209. <https://doi.org/10.12911/22998993/112841>
- Nebot, N., Rosa-Jiménez, C., Pié Ninot, R., & Perea-Medina, B. (2017). Challenges for the future of ports. What can be learnt from the Spanish Mediterranean ports? *Ocean & Coastal Management*, 137, 165-174. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.12.016>
- Nikolopoulou, M. (2011). Outdoor thermal comfort. *Frontiers in Bioscience*, 3(1), 1552-1568. <https://doi.org/10.2741/245>
- Olgyay, V., & Olgyay, A. (1963). *Design With Climate: Bioclimatic Approach To Architectural Regionalism*. Princeton University Press.
- Olgyay, V., Lyndon, D., Reynolds, J., & Yeang, K. (2015). *Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism - New and expanded Edition*. Princeton University Press.
- Peris-Mora, E., Orejas, J., Subirats, A., Ibáñez, S., & Alvarez, P. (2005). Development of a system of indicators for sustainable port management. *Marine Pollution Bulletin*, 50(12), 1649-1660. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2005.06.048>
- PIANC (2014). *'Sustainable Ports' A Guide for Port Authorities*. Bruxelles: PIANC. [Online]. Ανάκτηση 9 Απριλίου 2020, από: <https://bit.ly/2RtVb3x>
- Pollalis, S., Georgoulas, A., Ramos, S., & Schodek, D. (2012). *Infrastructure Sustainability and Design*. New York: Routledge.
- Port Authority of Valencia (2018). *Environmental Statement 2018*. Port Authority of Valencia. <https://bit.ly/3ku03SQ>
- Prowler, D., & Kelbaugh, D. (1990). *Building Envelope*. Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology.
- Romero, R., & Patricia, L. (2012). Bioclimatic Design Guidelines: A Valuable Tool for Landscape Architects. *Undergraduate Honors Capstone Projects*, 112. <https://bit.ly/3gtq9mo>

- Schipper, C., Vergouwen, S., Bel de, B., & de Jong, M. (2015). *Ports of the Future. Exploratory Study*. Deltares. <https://bit.ly/3gtmjd7>
- Schipper, C., Vreugdenhil, H., & de Jong, M. (2017). A sustainability assessment of ports and port-city plans: Comparing ambitions with achievements. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 57, 84-111. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.08.017>
- Schlaich, J. (1995). *The Solar Chimney: Electricity from the Sun*. Edition Axel Menges.
- Sergides, D. (1991). *Prototype Solar Comparative Design Analysis for Cyprus*. Architectural Association.
- Shiner, J. (2007). Trends in microclimate control of museum display cases. In T. Padfield & K. Borchersen, *Museum Microclimates* (eds.), pp. 267-275. <https://bit.ly/30Mph6i>
- Szokolay, S. (2017). *Introduction to Architectural Science: The Basis of Sustainable Design* (3rd ed.). T&F India.
- Taylor, R., Shoraka, Y., Tehrani, S., & Nashed, A. (2019). Thermal Energy Storage for Buildings: A Merit Order Review. *Annual Reviews of Heat Transfer*, 21, 99-144
<https://doi.org/10.1615/AnnualRevHeatTransfer.2019027411>
- Tombazis, A., & Preuss, S. (2001). Design of passive solar buildings in urban areas. *Solar Energy*, 70(3), 311-318. [https://doi.org/10.1016/S0038-092X\(00\)00090-6](https://doi.org/10.1016/S0038-092X(00)00090-6)
- Trubiano, F. (2011). *Teaching the convergence of matter + energy in the design of building envelopes*. <https://bit.ly/2EddYwa>
- Vaddin, C., Kori, N., Prakash, K., Shiva, K. Kumar, M., & Kempaiah, U. (2020). Review of Passive Cooling Methods for Building. *Journal of Physics: Conference Series*, 1-14.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1473/1/012054>
- Wang, H., & Mao, X., & Rutherford, D. (2015). *Costs and benefits of shore power at the port of Shenzhen*. International Council on Clean Transportation. <https://bit.ly/2OaMn0l>
- Warren, P., & Parkins, L. (1985). *Single-Sided Ventilation through Open Windows*. Windows in Building Design and Maintenance. Göteborg. <https://bit.ly/39vsU1l>
- Watson, D., & Labs, K. (1993). *Climatic Building Design: Energy-Efficient Building Principles and Practices*. London: McGraw-Hill.
- Wines, J. (2000). *Green Architecture*. Taschen.
- Wu, X. (2013). *ARC 6989: Reflections on Architectural Design Process (MAAD)*. University of Sheffield. <https://bit.ly/3eWshCS>
- Yap, W., & Lam, J. (2013). 80 million-twenty-foot-equivalent-unit container port? Sustainability issues in port and coastal development. *Ocean & Coastal Management*, 71, 13-25.
<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2012.10.011>
- Zapantiotis, F. (2020). *Restoration of the old port of Patras*. Fotis Zapantiotis Associated Architects. [Online]. Ανάκτηση 13 Μαΐου 2020, από: <https://bit.ly/3ipRbNk>

Zr, D., & Mochtar, S. (2013). Application of Bioclimatic Parameter as Sustainability Approach on Multi-story Building Design in Tropical Area. *Procedia Environmental Sciences*, 17, 822-830. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2013.02.100>

Διαδικτυακές

Πανάς, Α. (2013). *Οι ηλιακές πόλεις των αρχαίων Ελλήνων*. [Online]. Ανάκτηση 1 Μαΐου 2020, από: <https://bit.ly/2Wtt1Y2>

Παντερμαλής, Δ. (2012). *Οι κήποι στα αστικά σπίτια της αρχαιότητας*. [Online]. Ανάκτηση 1 Μαΐου 2020, από: <https://bit.ly/3fc8e41>

Cargocollective (2017). *Transportation Hub - 1:80 CU Landscape Architecture Thesis 2016*. [Online]. Ανάκτηση 13 Μαΐου 2020, από: <https://bit.ly/2C6KP4O>

Elemed (2018). *20/12/18: Inauguration Ceremony in Port of Killini*. [Online]. Ανάκτηση 13 Μαΐου 2020, από: <https://bit.ly/3iDy3vF>

Google Maps (2020). *Λιμάνι Ζακύνθου*. [Online]. Ανάκτηση 1 Ιουνίου 2020, από: <https://bit.ly/3f94aQV>

Greenspace (2011). *How to Build Green*. [Online]. Ανάκτηση 1 Μαΐου 2020, από: <https://bit.ly/3dbklfK>

LANDCO (2020). *Bioclimatic Architecture in association with Landscaping*. [Online]. Ανάκτηση 9 Απριλίου 2020, από: <https://bit.ly/2JTJvCX>

Malta Freeport (2020). *Corporate Social Responsibility*. [Online]. Ανάκτηση 25 Οκτωβρίου 2020, από: <https://bit.ly/35vrWnf>

Merriam-Webster Dictionary (2020). *Definition of BIOCLIMATIC*. [Online]. Ανάκτηση 1 Μαΐου 2020, από: <https://bit.ly/2SypGWO>

Mykosmos (2020). *Λιμάνια, Μαρίνες και Αγκυροβόλια της Ελλάδας*. [Online]. Ανάκτηση 13 Μαΐου 2020, από: <https://bit.ly/3gmHU6S>

Nunez, C. (2020). *Fossil Fuels, Explained*. [Online]. Ανάκτηση 1 Μαΐου 2020, από: <https://on.natgeo.com/3bWSnEl>

OfficeTwentyFiveArchitects (2020). *New Masterplan for the old Port of Patras*. [Online]. Ανάκτηση 13 Μαΐου 2020, από: <https://bit.ly/3gvNap4>

Quora (2020). *Is It Possible To Reduce The World Population By 50%? Isn't World Over Population The Cause Of All The Problems In The World?* [Online]. Ανάκτηση 13 Μαΐου 2020, από: <https://bit.ly/38rQ7UN>

Roser, M., Ritchie, H., & Ortiz-Ospina, E. (2020). *World Population Growth*. [Online]. Ανάκτηση 1 Μαΐου 2020, από: <https://bit.ly/3c6kXDi>

Susie, K. (2011). *Green Building 101: Using Bioclimatic Design to Build a Passive, Sustainable Dwelling*. [Online]. Ανάκτηση 1 Μαΐου 2020, από: <https://bit.ly/3gs7TtB>

ValenciaPort (2020). *Environmental Policy*. [Online]. Ανάκτηση 25 Οκτωβρίου 2020, από: <https://bit.ly/3jsbMzS>