



ΔΗΜΟΣ  
ΑΓΙΩΝ ΑΝΑΡΓΥΡΩΝ  
ΚΑΜΑΤΕΡΟΥ

## Π.2.1.3: 1ο Εγχειρίδιο Κεφαλαιοποίησης – Νέοι Ενεργοί Πολίτες

«Έργα Α.Π.Ε. και Ενεργειακή Αναβάθμιση σε δημοτικά κτίρια της Δ.Κ. Αγ. Αναργύρων»

*Ημερομηνία υποβολής: Ιούνιος 2023,  
1<sup>η</sup> έκδοση*

## Πίνακας Περιεχομένων

Ενότητα 1: Εισαγωγή - Σύνοψη.....	4
Ενότητα 2: Επισκόπηση Εφαρμογών για Προγράμματα Σπουδών σε ΑΠΕ.....	5
2.1 Συγκριτικές Αξιολογήσεις Ανάγνωσης και Γραφής: Ενημερωτικό Κείμενο και Θεμελιώδεις Δεξιότητες.....	5
2.2 Συστήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.....	8
2.3 Λεξικό Όρων.....	11
2.4 Πηγές σχετικά με τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.....	13
Ενότητα 3: Σχεδιασμός Εκπαιδευτικού Προγράμματος για τις ΑΠΕ.....	14
3.1 Εισαγωγή.....	14
3.2 Σύνοψη Μεθοδολογικής Προσέγγισης.....	16
3.3 Ανάλυση των Βημάτων της Μεθοδολογικής Προσέγγισης.....	17
3.4 Εφαρμογή της Μεθοδολογικής Προσέγγισης.....	25
3.4.1 Εφαρμογή στο Rochester School District.....	25
3.4.2 Εφαρμογή στο North Shore Community School.....	26
Ενότητα 4: Βασικές Αρχές για την Υλοποίηση Έργων ΑΠΕ.....	28
4.1 Προσέγγιση.....	28
4.2 Ανάλυση της Προσέγγισης.....	29
4.2.1 Βήμα 1 - Επιλογή Συμβούλων Μελετών.....	29
4.2.2 Βήμα 2 - Ανάπτυξη του Πεδίου Εργασίας.....	30
4.2.3 Βήμα 3 - Έκδοση για Υποβολή Προσφορών.....	33
4.2.4 Βήμα 4 – Πρόσληψη του Αναδόχου.....	33
4.2.5 Βήμα 5 - Εκκίνηση της Κατασκευής.....	34
4.2.6 Βήμα 6 – Ρύθμιση και Εκκίνηση του Συστήματος.....	35
Ενότητα 5: Οδηγός για την Κατανόηση των Στόχων για τις ΑΠΕ σε Γυμνάσιο - Λύκειο.....	36
5.1 Εισαγωγή.....	36
5.2 Περιγραφή των Βημάτων Δράσης.....	37
5.3 Ανάλυση των Βημάτων Δράσης.....	38
5.4 Μελέτες Περίπτωσης.....	43
5.4.1 Μελέτη περίπτωσης: ΑΠΕ σε Δημοτικό Σχολείο στη Μινεσότα.....	43
5.4.2 Μελέτη Περίπτωσης: ΑΠΕ σε Δημόσια Κτίρια στη Μινεάπολη.....	45
Ενότητα 6: Οδηγός για την Αξιολόγηση των Έργων ΑΠΕ σε Γυμνάσιο - Λύκειο.....	47
6.1 Εισαγωγή.....	47
6.2 Περιγραφή των Βημάτων Δράσης.....	49
6.3 Ανάλυση των Βημάτων Δράσης.....	50
6.4 Μελέτες Περίπτωσης.....	59

6.4.1 Μελέτη Περίπτωσης: Γυμνάσιο East Ridge .....	59
6.4.2 Μελέτη Περίπτωσης: Hartley Nature Center .....	61

## Ενότητα 1: Εισαγωγή - Σύνοψη

Η Πράξη του Δήμου Αγίων Αναργύρων - Καματερού (Δ.ΑΓ.ΑΝ.Κ.) με τίτλο «Έργα Α.Π.Ε. και Ενεργειακή Αναβάθμιση σε δημοτικά κτίρια της Δ.Κ. Αγ. Αναργύρων» υλοποιείται στο πλαίσιο του Προγράμματος ΧΜ ΕΟΧ 2014-2021 «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Ενεργειακή Αποδοτικότητα, Ενεργειακή Ασφάλεια» / GR-Energy και συγχρηματοδοτείται από τις χώρες του ΕΟΧ-ΕΖΕΣ (Ισλανδία, Λιχτενστάιν και Νορβηγία) (75%) και από το Πρόγραμμα Δημοσίων Επενδύσεων της Ελληνικής Δημοκρατίας (25%).

Το παρόν παραδοτέο έχει τίτλο «**Π.2.1.3: 1ο Εγχειρίδιο Κεφαλαιοποίησης – Νέοι Ενεργοί Πολίτες**» και εντάσσεται στο πλαίσιο της υλοποίησης του υποέργου 3 με τίτλο: «Παροχή Εξειδικευμένων Υπηρεσιών Υποστήριξης για την αποδοτική υλοποίηση της Πράξης». Ο Δήμος Αγίων Αναργύρων στο πλαίσιο της παρούσας σύμβασης υποστηρίζεται στην υλοποίηση του φυσικού και οικονομικού αντικειμένου της Πράξης

Το παρόν παραδοτέο εντάσσεται στην Ενότητα Εργασίας 2 και στην Δράση 2.1.

στην υποστήριξη είναι η παροχή ολοκληρωμένων υπηρεσιών στον Φορέα Υλοποίησής για να ανταποκριθεί με το καλύτερο δυνατό τρόπο στις ανάγκες για αποτελεσματική κεφαλαιοποίηση και μεγιστοποίησή των εξαγομένων αποτελεσμάτων της Πράξης.

Η δραστηριότητα αφορά σε:

**Η Ομάδα του Συμβούλου παρέχει συνεχή υποστήριξη ώστε ο Φορέας Υλοποίησης να ανταποκρίνεται με το καλύτερο δυνατό τρόπο στις ανάγκες διαχείρισης της Πράξης του.**

**Οι υπηρεσίες που θα προσφέρονται συνοψίζονται:**

- Εξειδικευμένο πλάνο κεφαλαιοποίησης των αποτελεσμάτων της Πράξης με βάση τις ανάγκες και τα χαρακτηριστικά του Φορέα Υλοποίησης.
- Συλλογές πληροφοριών για την επιλογή και τεκμηρίωση των ομάδων στόχου της Φορέα Υλοποίησης.
- Ανάπτυξη κατάλληλων επιστημονικών εγχειριδίων κεφαλαιοποίησης για κάθε βασική ομάδα στόχου του Φορέα Υλοποίησης (Νέοι και Ενεργοί Πολίτες, Εξειδικευμένοι Επαγγελματίες, Γυναίκες, ΑμΕΑ).
- Διαμόρφωση περιεχομένου θεματικών επιστημονικών οδηγιών για την αξιοποίηση των αποτελεσμάτων με στόχο την ενδυνάμωση του Φορέα Υλοποίησης (Ενεργειακή Αναβάθμιση Κτιριακών Υποδομών, Χρήση ΑΠΕ για τις Υποδομές, Ηλεκτροκίνηση με ΑΠΕ, Υδρογόνο).
- Υποστήριξη για την κεφαλαιοποίηση των αποτελεσμάτων και την σύνδεση τους με έξυπνη χρηματοδότηση.
- Υποστήριξη στην διεξαγωγή συναντήσεων με τις εμπλεκόμενες υπηρεσίες του Προγράμματος για την κεφαλαιοποίηση των αποτελεσμάτων της Πράξης.

## Ενότητα 2: Επισκόπηση Εφαρμογών για Προγράμματα Σπουδών σε ΑΠΕ

### 2.1 Συγκριτικές Αξιολογήσεις Ανάγνωσης και Γραφής: Ενημερωτικό Κείμενο και Θεμελιώδεις Δεξιότητες

Οι νέοι μπορούν να διαβάσουν επιστημονικά κείμενα και τις διαδικασίες κατασκευής ηλιακών και αιολικών εγκαταστάσεων. Αναφέρονται παραδείγματα από όλο τον κόσμο, ανθρώπων, νέων και ηλικιωμένων, που εργάζονται για να φέρουν την ηλεκτρική ενέργεια στο δικό τους τόπο χρησιμοποιώντας φυσικούς πόρους, όπως η ηλιακή και η αιολική ενέργεια. Η ταινία με τίτλο «The Boy Who Harnessed the Wind» του William Kamkwamba αποτελεί ένα εμπνευσμένο παράδειγμα.

Αρκετοί νέοι πιθανόν να συμβάλλουν εγγράφως σε επιστημονικά περιοδικά ή να προχωρήσουν σε «brainstorming» στην τάξη. Για παράδειγμα, θα μπορούσε να πραγματοποιείται μία πρόσκληση στις πρωινές ανακοινώσεις από τον δάσκαλο ή τον διευθυντή οι μαθητές να γράψουν για ένα θέμα που σχετίζεται με την ανανεώσιμη ενέργεια. Για παράδειγμα:

- «Πώς θα ήταν ο κόσμος διαφορετικός, αν όλη μας η ενέργεια προερχόταν από την ηλιακή ενέργεια αντί από την καύση άνθρακα και άλλων ορυκτών καυσίμων;»
- «Τα συστήματα ηλιακής ενέργειας πρέπει να βρίσκονται στον ήλιο για να λειτουργήσουν καλά; Περιγράψτε ένα ηλιόλουστο σημείο κοντά στον τόπο κατοικίας σας και πείτε γιατί θα μπορούσε να είναι ένα καλό σημείο για ένα σύστημα ηλιακής ενέργειας.»
- «Γράψτε μια επιστολή για μια τάξη, αναφέροντας κάτι για το σύστημα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και θέτοντας ερωτήσεις στους συμμαθητές σας που θα τους εμπνεύσουν να απαντήσουν. Ζητήστε από τους μαθητές να σας γράψουν μια επιστολή ως απάντηση και να ξεκινήσουν έναν «ηλιακό διάλογο» μέσω αλληλογραφίας, δεδομένου ότι πρόκειται για ένα σημαντικό στοιχείο του προγράμματος σπουδών».

Πρόσθετες δραστηριότητες συγγραφής περιλαμβάνουν:

- Καταχωρίσεις σε περιοδικά που περιγράφουν λεπτομερώς τη διαδικασία της εγκατάστασης από τη σκοπιά του μαθητή, συμπεριλαμβανομένων σκίτσων, εξηγήσεις που έχουν δοθεί, ερωτήσεις που έχουν ακόμα και σκέψεις για το τελικό προϊόν.
- Άρθρο για την τοπική εφημερίδα, ή Επιστολή προς τον συντάκτη.
- Έκθεση σχετικά με τον τρόπο λειτουργίας μιας τεχνολογίας ΑΠΕ.
- Διάβασμα, συζήτηση και σύνοψη των τρεχουσών ειδήσεων σχετικά με θέματα ΑΠΕ.
- Έρευνα της ιστορίας της παραγωγής ηλιακής/αιολικής/γεωθερμικής ενέργειας.

Οι μικρότεροι μαθητές μπορεί να γράψουν μια απλή καταχώριση ημερολογίου χρησιμοποιώντας περιγραφική γλώσσα για να αναφέρουν τις παρατηρήσεις τους σχετικά με μία ηλιακή ή αιολική εγκατάσταση σε μια συγκεκριμένη ημέρα. Η συγγραφή για μεγαλύτερους μαθητές μπορεί να περιλαμβάνει τεχνολογίες μέσων μαζικής ενημέρωσης, καθώς σχεδιάζουν, μαγνητοσκοπούν, επεξεργάζονται ψηφιακά και μεταδίδουν ένα δημόσιο μήνυμα σε ένα τοπικό καλωδιακό κανάλι, συνοψίζοντας τα οφέλη των ΑΠΕ και / ή προσπάθειες διατήρησης στο σχολείο τους.

Σε αυτά τα μαθήματα, οι μαθητές θα εκτεθούν στο γράψιμο μιας ποικιλίας τύπων κειμένου, για μια ποικιλία από σκοπούς. Με αυτόν τον τρόπο θα ακολουθήσουν τη διαδικασία της συγγραφής κατά την παραγωγή και τη διανομή της γραφής. Η συγγραφή τους θα βασίζεται κάπως στη δική τους προσωπική συλλογή πληροφοριών, και μπορεί να συμπληρωθεί με έρευνα για να οικοδομήσουν πάνω στις σημερινές γνώσεις τους, είτε με την ανάγνωση ενημερωτικών βιβλίων, ή με συνεντεύξεις με εργαζόμενους του κλάδου, όπως την ομάδα ηλιακής εγκατάστασης, έναν κατασκευαστή αιολικού, τον διευθυντή τους, ή ακόμη και το σχολικό συμβούλιο σχετικά με το έργο. Οι μαθητές θα μπορούσαν ακόμη και να συμμετάσχουν σε μια παρουσίαση πολυμέσων για να αναφερθούν στο έργο, συνοψίζοντας σημεία, μοιράζοντας μια γνώμη ή υπόθεση, μία αλληλουχία ιδεών και λεπτομερειών, και την προσαρμογή μιας παρουσίασης σε μια ποικιλία πλαϊσίων. Σταθερά, οι μαθητές θα εκτεθούν επίσης σε νέο λεξιλόγιο με πραγματικές διασυνδέσεις.

### Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Μαθηματικά

Ο ακόλουθος πίνακας παρουσιάζει ένα δείγμα σημείων αναφοράς στα μαθηματικά, που λήφθηκαν από τα Ακαδημαϊκά Πρότυπα K-12 της Μινεσότα για τα Μαθηματικά (2007) (<http://education.state.mn.us>). Το Παράδειγμα Δραστηριοτήτων που περιγράφονται στον παρακάτω πίνακα δείχνουν πόσο εύκολα ένα θέμα ανανεώσιμης ενέργειας μπορεί να ενσωματωθεί σε αυτές τις δεξιότητες που ήδη διδάσκονται στην τάξη.

**Πίνακας 1: Δείγμα Σημείων Αναφοράς στα Μαθηματικά από τα Ακαδημαϊκά Πρότυπα K-12 της Μινεσότα για τα Μαθηματικά (2007) (<http://education.state.mn.us>)**

Μαθηματικά - Σημείο Αναφοράς	Δραστηριότητα
Επίλυση προβλημάτων σε διάφορα πλαίσια που αφορούν τη μετατροπή βαρών, γεωμετρικών μετρήσεων και χρόνων εντός συστημάτων μέτρησης χρησιμοποιώντας κατάλληλες μονάδες.	Παράδειγμα: Έλεγχος δεδομένων για τις ηλιακές μονάδες που είναι εγκατεστημένες σε σχολείο. Αρκετά προϊόντα που πωλούνται διεθνώς περιγράφονται χρησιμοποιώντας το μετρικό σύστημα μέτρησης και τον συντελεστή θερμοκρασίας. Χρήση αυτού του πραγματικού σεναρίου για να δοθεί στους μαθητές πρακτικό παράδειγμα μετατροπής μονάδων.
Επίδειξη ευχέρειας με γεγονότα πολλαπλασιασμού και διαίρεσης.	Παράδειγμα: Οι εγκαταστάτες ηλιακής ενέργειας χρησιμοποιούν εκτιμήσεις σχετικά με το μέγεθος του χώρου και το μέγεθος που απαιτείται για το σύστημα ηλιακής ενέργειας. Μέτρηση ενός ηλιακού πλαισίου και στρογγυλοποίηση. Υπολογισμός σχετικά με το πόσες μονάδες θα χωρούσαν, τοποθετημένες οριζόντια, σε ένα δεδομένο χώρο όπως η τάξη, το γήπεδο ποδοσφαίρου, η οροφή στο γυμναστήριο.

Μαθηματικά - Σημείο Αναφοράς	Δραστηριότητα
Η ώρα στο λεπτό, χρησιμοποιώντας ψηφιακά και αναλογικά ρολόγια. Προσδιορισμός του χρόνου που έχει παρέλθει στο λεπτό.	Παράδειγμα: Οι αναφορές συλλογής δεδομένων για το ηλιακό ή αιολικό σύστημα πρέπει να καταρτίζονται με βάση την ώρα της ημέρας. Χρήση ενός ψηφιακού ή αναλογικού ρολογιού για τη συλλογή δεδομένων ισχύος εξόδου και θερμοκρασίας για μια χρονική περίοδο. Υπολογισμός μέσου όρου των δεδομένων και συγκέντρωση σε μελλοντικό χρόνο.

### Θέματα Ανανεώσιμης Ενέργειας και Επιστήμης

Ακολουθούν ορισμένα από τα σημεία αναφοράς των Ακαδημαϊκών Προτύπων Επιστήμης K-12 της Μινεσότα (2009) (<http://education.state.mn.us>) που αφορούν το ζήτημα των ενεργειακών πόρων και των ορυκτών καυσίμων. Το παράδειγμα δραστηριοτήτων που περιλαμβάνονται εδώ δείχνουν πώς η ανανεώσιμη ενέργεια θα μπορούσε να ενσωματωθεί με αυτά τα επιστημονικά κριτήρια.

#### Πίνακας 2: Σημεία Αναφοράς των Ακαδημαϊκών Προτύπων Επιστήμης K-12 της Μινεσότα (2009) (<http://education.state.mn.us>) σχετικά με Ενεργειακούς Πόρους και Ορυκτά Καύσιμα

Επιστήμη Σημείο Αναφοράς	Δραστηριότητα
Διατήρηση ενός αρχείου παρατηρήσεων, διαδικασιών και εξηγήσεων, προσέχοντας τη διάκριση μεταξύ πραγματικών παρατηρήσεων και ιδεών σχετικά με το τι παρατηρήθηκε.	Παράδειγμα: Δημιουργία ενός ημερήσιου αρχείου καταγραφής από τις μετρήσεις του inverter (είτε τρέχουσα ένδειξη την ίδια ώρα κάθε μέρα, είτε ημερήσια συνολική ένδειξη την ίδια ώρα κάθε μέρα). Συμπερίληψη των καιρικών συνθηκών στο ημερολόγιο, καθώς και των σημειώσεων των μαθητών σχετικά με την παραγωγή ενέργειας.
Κατασκευή λογικών εξηγήσεων βασισμένων σε στοιχεία που συλλέγονται από παρατηρήσεις ή πειράματα.	Παράδειγμα: Καταγραφή μηνιαίων συνόλων παραγωγής ενέργειας από το ηλιακό ή αιολικό inverter. Οι μαθητές θα συνοψίσουν αυτές τις ενεργειακές εξόδους παρέχοντας εξηγήσεις για την παραγωγή όπως συγκρίνεται με τον κανόνα αυτού του συστήματος.
Αναγνώριση ότι η πρακτική της επιστήμης ή / και της μηχανικής περιλαμβάνει πολλά διαφορετικά είδη εργασίας και εμπλέκει άνδρες και γυναίκες όλων των ηλικιών και υποβάθρων.	Παράδειγμα: Συνέντευξη με διαχειριστή, εγκαταστάτη συστήματος ΑΠΕ ή προσωπικό κτιριακών λειτουργιών σχετικά με τη διαδικασία εγκατάστασης του συστήματος ΑΠΕ. Περιγραφή των διαφόρων

Επιστήμη Σημείο Αναφοράς	Δραστηριότητα
	επαγγελματιών που απαιτούνται σε κάθε βήμα της διαδικασίας.
Χρήση κατάλληλων εργαλείων και τεχνικών για τη συλλογή, ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων.	Παράδειγμα: Οι μαθητές θα χρησιμοποιήσουν ένα επιστημονικό περιοδικό και μια τυποποιημένη μορφή για τη συλλογή καθημερινών δεδομένων σχετικά με την παραγωγή ενέργειας του σχολείου τους. Η συμμετοχή στη συζήτηση στην τάξη σχετικά με τις σημειώσεις και τις ερμηνείες τους θα επιτρέψει στους μαθητές να αποκτήσουν πρόσθετες δεξιότητες.

## 2.2 Συστήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Τα **ηλιακά θερμικά συστήματα** συλλαμβάνουν την ενέργεια του ήλιου ως θερμότητα και την αποδίδουν συνήθως με τη μορφή θερμού αέρα ή ζεστού νερού. Τα **ηλιακά ηλεκτρικά συστήματα** μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια απευθείας σε αξιοποιήσιμη ηλεκτρική ενέργεια. Η αιολική ενέργεια μπορεί να αξιοποιηθεί τόσο με ανεμογεννήτριες κλίμακας κοινής ωφέλειας (οι οποίες μπορεί να έχουν ισχύ έως και 2 MW), όσο και με μικρότερες ανεμογεννήτριες που μπορεί να έχουν ισχύ 1 kW ή μικρότερη. Οι υδροηλεκτρικοί πόροι σπάνια βρίσκονται κοντά σε σχολείο και η εκμετάλλευσή τους είναι τεχνικά και περιβαλλοντικά δύσκολη. Οι πόροι βιομάζας αξιοποιούνται μέσω διαφόρων τεχνολογιών, συμπεριλαμβανομένης της συνδυαστικής χρήσης με παραδοσιακά καύσιμα, της αεριοποίησης και των χωνευτών βιοαερίου. Αυτές οι τεχνολογίες απαιτούν υψηλότερο επίπεδο μηχανικής και είναι πιο εξειδικευμένες για σύστημα θέρμανσης σχολείου. Συνεπώς, η παρούσα ανάλυση δεν εξετάζει την υδροηλεκτρική ενέργεια ή τη βιομάζα.

Ένα **ηλιακό ηλεκτρικό σύστημα** δεσμεύει την ενέργεια του ήλιου με φωτοβολταϊκά πάνελ. Καθώς δεσμεύεται, η ενέργεια αυτή έχει τη μορφή συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος. Δεδομένου ότι οι περισσότερες ηλεκτρικές συσκευές χρησιμοποιούν εναλλασσόμενο ηλεκτρικό ρεύμα, τα τυπικά ηλιακά ηλεκτρικά συστήματα περιλαμβάνουν έναν μετατροπέα για τη μετατροπή του συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο. Μπορεί κανείς να χρησιμοποιήσει μπαταρίες για την αποθήκευση της ηλιακά παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, ωστόσο, το κόστος τους είναι μεγάλο, σπαταλούν μέρος της ενέργειας και απαιτούν συντήρηση. Δεδομένου ότι τα σχολεία έχουν πρόσβαση στην ηλεκτρική ενέργεια του δικτύου, η ανάλυση επικεντρώνεται σε συστήματα συνδεδεμένα με το δίκτυο, τα οποία μπορούν να διοχετεύουν την πλεονάζουσα ισχύ στο δίκτυο κοινής ωφέλειας, όταν παράγουν περισσότερη ισχύ από όση χρειάζεται η εγκατάσταση ή αντλούν ισχύ από το δίκτυο όταν το ηλιακό ηλεκτρικό σύστημα δεν μπορεί να καλύψει τη ζήτηση.

Η προσέγγιση της σύνδεσης με το δίκτυο καθιστά τα ηλιακά ηλεκτρικά συστήματα αρκετά «επεκτάσιμα». Εάν οι οικονομικοί πόροι είναι περιορισμένοι ή εάν το σχολείο επιθυμεί ένα σύστημα επίδειξης, μπορεί να συνδεθεί ένα μικρό σύστημα ακόμη και σε ένα μεγάλο κτίριο.



Αν όμως οι πόροι και ο χώρος το επιτρέπουν, μπορούν να κατασκευαστούν μεγαλύτερα συστήματα. Τα συστήματα μπορούν ακόμη και να είναι αρκετά μεγάλα για να παράγουν αρκετή ενέργεια ώστε η εγκατάσταση να γίνει καθαρός εξαγωγέας ενέργειας (αν και αυτό μπορεί να δημιουργήσει πρόσθετες ανησυχίες και ζητήματα σχεδιασμού).

Τα ηλιακά ηλεκτρικά συστήματα τοποθετούνται συνήθως στις στέγες των κτιρίων, επειδή ο χώρος αυτός δεν χρησιμοποιείται συνήθως για άλλους σκοπούς και επειδή συνήθως υπάρχουν λιγότερα προβλήματα σκίασης. Ωστόσο, τα ηλιακά ηλεκτρικά συστήματα μπορούν να τοποθετηθούν στο έδαφος επάνω σε πλαίσια ή σε πυλώνες. Σε ορισμένες περιπτώσεις, τα φωτοβολταϊκά πάνελ μπορούν να ενσωματωθούν στα αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά ενός κτιρίου, όπως στην στέγη, στους τοίχους ή στα σκιάστρα.

Τα **ηλιακά θερμικά συστήματα** είναι πολύ αποτελεσματικά στη μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε θερμική ενέργεια χαμηλής θερμοκρασίας. Χρησιμοποιούν γυάλινα πάνελ ή σωλήνες που αιχμαλωτίζουν τη θερμότητα του ήλιου με τον ίδιο τρόπο που τα παράθυρα του αυτοκινήτου αιχμαλωτίζουν την ενέργεια του ήλιου ακόμη και τις χειμερινές ημέρες. Η θερμότητα μπορεί να απομακρυνθεί από τα πάνελ με νερό, αντιψυκτικό ή αέρα.

Δυστυχώς, είναι πιο δύσκολο να χρησιμοποιηθεί αυτή η ενέργεια αποτελεσματικά. Σπάνια χρησιμοποιούνται συστήματα που διανέμουν τη θερμική ενέργεια εκτός κτιρίου, οπότε μια διάταξη συνδεδεμένη με το δίκτυο, όπως αυτή των ηλιακών ηλεκτρικών συστημάτων, δεν είναι συνήθως εφικτή. Η παραγωγή ηλιακής θερμικής ενέργειας είναι μια κατάσταση «χρησιμοποιήστε την ή χάστε την». Ενώ οι συλλέκτες που παράγουν ζεστό νερό μπορούν να αποθηκεύσουν μέρος της θερμότητας σε δεξαμενές νερού, υπάρχουν πρακτικά όρια στο μέγεθος της αποθήκευσης. Η ηλιακή θερμότητα αέρα αντιμετωπίζει τα ίδια προβλήματα, δεν υπάρχουν πραγματικά οικονομικά αποδοτικοί τρόποι αποθήκευσης της θερμότητας από τους συλλέκτες.

Ωστόσο, δεδομένου ότι τα ηλιακά συστήματα συχνά (για οικονομικούς και για λόγους φυσικού χώρου) διαστασιολογούνται για να καλύψουν μόνο ένα μέρος του φορτίου του κτιρίου, αξιοποιείται συχνά η ηλιακή θερμική ενέργεια, όπως για τη θέρμανση νερού σε αποδυτήρια ή κουζίνες, για τη θέρμανση νερού πισίνας ή για τη θέρμανση χώρου κτιρίου.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, τα ηλιοθερμικά συστήματα θέρμανσης νερού μπορούν να παρέχουν θέρμανση χώρου, αλλά ο σχεδιασμός πρέπει να γίνεται προσεκτικά. Τα ηλιακά θερμικά συστήματα παράγουν θερμότητα χαμηλής θερμοκρασίας, αλλά αρκετά συστήματα θέρμανσης έχουν σχεδιαστεί για να χρησιμοποιούν υψηλότερες θερμοκρασίες νερού. Δεν χρησιμοποιείται η ηλιοθερμική ενέργεια εάν οι θερμοκρασίες εξόδου είναι χαμηλότερες από τις θερμοκρασίες στο σύστημα θέρμανσης.

Για τους ηλιοθερμικούς συλλέκτες που θερμαίνουν νερό, το υγρό στους συλλέκτες και τους εξωτερικούς σωλήνες πρέπει να προστατεύεται το χειμώνα, διαφορετικά το νερό θα παγώσει και θα σπάσει τον εξοπλισμό. Ένας τρόπος για να αποφευχθεί το πάγωμα είναι να χρησιμοποιηθεί ένα μη τοξικό αντιψυκτικό που ονομάζεται προπυλενογλυκόλη. Αυτό λειτουργεί καλά, αλλά η θερμότητα πρέπει στη συνέχεια να μεταφερθεί στο νερό μέσω ενός εναλλάκτη θερμότητας (γεγονός που μειώνει κάπως την απόδοση του συστήματος). Και το αντιψυκτικό πρέπει να προστατεύεται από την υπερθέρμανση - δεν μπορεί κανείς να κλείνει απλώς τις αντλίες το καλοκαίρι.

Η άλλη προσέγγιση ονομάζεται σύστημα αποστράγγισης. Όταν ο ήλιος δεν λάμπει ή η θερμοκρασία αποθήκευσης είναι ήδη αρκετά υψηλή, οι αντλίες κλείνουν και το υγρό αφήνεται να «στραγγίξει πίσω» σε μια δεξαμενή αποθήκευσης εντός του θερμαινόμενου χώρου. Οι σωληνώσεις πρέπει να σχεδιάζονται προσεκτικά για να διασφαλιστεί ότι οι σωλήνες αποστραγγίζονται καλά, αλλά αυτή η προσέγγιση είναι πολύ αποτελεσματική σε μεγαλύτερα συστήματα.

Τα **συστήματα αιολικής ενέργειας**, ιδίως τα μεγάλα αιολικά πάρκα κλίμακας κοινής ωφέλειας, έχουν επεκταθεί τελευταία. Οι περισσότερες ανεμογεννήτριες παράγουν ηλεκτρική ενέργεια, αν και οι παλιοί ανεμόμυλοι που αντλούσαν νερό σε αγροκτήματα ήταν αποτελεσματικά εργαλεία πριν από τον εξηλεκτρισμό της υπαίθρου. Αν και ορισμένα σχολεία έχουν δημιουργήσει συστήματα αιολικής ενέργειας με ανεμογεννήτριες κλίμακας κοινής ωφέλειας (1 MW ή μεγαλύτερης ισχύος), υπάρχουν επιλογές που κυμαίνονται από 1 kW έως 999 kW ισχύος.

Για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, οι ανεμογεννήτριες είναι ίσως το πιο αποδοτικό σύστημα ΑΠΕ για κάποιες περιοχές. Μπορούν να διασυνδεθούν με το δίκτυο κοινής ωφέλειας με τον ίδιο τρόπο με ένα ηλιακό ηλεκτρικό σύστημα.

Οι πιο συνηθισμένες ανεμογεννήτριες είναι οι γνωστές μηχανές οριζόντιου άξονα, που ονομάζονται έτσι επειδή ο άξονας των περιστρεφόμενων πτερυγίων είναι οριζόντιος. Χρησιμοποιούνται επίσης ορισμένες μηχανές κάθετου άξονα (βλέπε παρακάτω εικόνα), αλλά αυτές θα πρέπει να εξετάζονται με προσοχή, καθώς πολλές τέτοιες μηχανές δεν έχει αποδειχθεί ότι λειτουργούν όπως έχουν σχεδιαστεί. Υπάρχουν περισσότερα παραδείγματα μηχανών οριζόντιου άξονα που έχουν αποδειχθεί μέσω της πραγματικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

**Εικόνα 1: Ανεμογεννήτρια Κάθετου Άξονα**



Οι πυλώνες είναι τα άλλα κύρια χαρακτηριστικά των συστημάτων αιολικής ενέργειας. Κοντά στο έδαφος, η τριβή μεταξύ του κινούμενου αέρα και του εδάφους υποβαθμίζει ταχύτητα και ενέργεια από τον άνεμο και οι παραγόμενες αναταράξεις μπορούν να προκαλέσουν ζημιά σε μια τουρμπίνα με την πάροδο του χρόνου. Έτσι, όσο υψηλότερος είναι ο πυλώνας, τόσο το καλύτερο, αν και οι ψηλότεροι πυλώνες κοστίζουν περισσότερο και δημιουργούν προβλήματα συντήρησης και επισκευής. Τα συστήματα αιολικής ενέργειας πρέπει να τοποθετούνται μακριά από εμπόδια στον άνεμο. Η ανάγκη για μια ζώνη ασφαλείας γύρω

από έναν πυλώνα και ο χώρος για την ανέγερση του πυλώνα σημαίνουν ότι τα συστήματα αιολικής ενέργειας χρειάζονται συνήθως μια μεγάλη ανοιχτή περιοχή. Τα συστήματα αιολικής ενέργειας δεν είναι πρακτικά εφαρμόσιμα σε αστικά/περιαστικά τοπία. Αυτό ισχύει ακόμη και σε μικρές πόλεις - η ανεμογεννήτρια θα πρέπει να βρίσκεται μακριά από τις κατοικημένες και ενδεχομένως εμπορικές περιοχές.

Τα συστήματα αιολικής ενέργειας είναι πολύ ορατά, σε αντίθεση με τους ηλιακούς συλλέκτες, οι οποίοι μπορούν μερικές φορές να κρυφτούν σε μια μεγάλη επίπεδη στέγη. Όλοι θα γνωρίζουν ότι υπάρχει ανεμογεννήτρια. Αυτό μπορεί να είναι ένα πλεονέκτημα εάν η κοινότητα υποστηρίζει τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, αλλά το γεγονός ότι είναι ορατή μπορεί να αποτελέσει μειονέκτημα εάν υπάρχουν άνθρωποι που αντιτίθενται στις ανεμογεννήτριες λόγω αισθητικής ή θορύβου.

### 2.3 Λεξικό Όρων

**Βιομάζα:** Ανανεώσιμα οργανικά υλικά, όπως ξύλο, γεωργικές καλλιέργειες ή απόβλητα και μη γεωργικά χόρτα, όπως γρασίδι. Τα δημοτικά απόβλητα θεωρούνται μερικές φορές βιομάζα. Η βιομάζα μπορεί να καεί απευθείας ή να μετατραπεί σε βιοκαύσιμα όπως αιθανόλη και μεθάνιο.

**Γεωθερμία:** Η γεωθερμική ενέργεια είναι θερμότητα από το εσωτερικό της Γης. Μπορεί να ανακτηθεί αυτή τη θερμότητα ως ατμός ή ζεστό νερό και να χρησιμοποιηθεί για τη θέρμανση κτιρίων ή την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

**Σύστημα συνδεδεμένο με το δίκτυο:** Ένα σύστημα ΑΠΕ που παράγει ηλεκτρική ενέργεια και είναι συνδεδεμένο με το ηλεκτρικό δίκτυο κοινής ωφέλειας. Ένα σύστημα ανανεώσιμης ενέργειας συνδεδεμένο με το δίκτυο επιτρέπει στην υπηρεσία κοινής ωφέλειας να συμπληρώνει απρόσκοπτα την παραγωγή του συστήματος όταν το σύστημα ανανεώσιμης ενέργειας δεν καλύπτει το φορτίο. Αντίστροφα, επιτρέπει την πλεονάζουσα παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές να χρησιμοποιείται από άλλους πελάτες στο δίκτυο.

**Αντλίες θερμότητας επί εδάφους:** Ηλεκτρικά συστήματα που χρησιμοποιούν υπόγεια ύδατα ή απλά το έδαφος για την ψύξη ενός συμπυκνωτή αντί εξωτερικού πηνίου και ανεμιστήρα. Μεταφέρουν θερμική ενέργεια από το ένα μέρος στο άλλο για ψύξη ή θέρμανση ανάλογα με τις ανάγκες.

**Υδροηλεκτρική ενέργεια:** Ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από μια τουρμπίνα σε ροή νερού, συνήθως από ορεινό ρεύμα ή ποτάμι.

**Μικρο-αντιστροφείς:** Μικροί αντιστροφείς μεγέθους για ένα μόνο ηλιακό πάνελ. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα με μικρο-αντιστροφείς διαθέτουν έναν αντιστροφέα για κάθε φωτοβολταϊκό πάνελ. Σε σύγκριση με τα φωτοβολταϊκά συστήματα με έναν ή περισσότερους κεντρικούς αντιστροφείς που εξυπηρετούν ολόκληρο το σύστημα, οι μικρο-αντιστροφείς επιτρέπουν στο σύστημα να λειτουργεί καλύτερα όταν ένα ή περισσότερα πάνελ σκιάζονται. Ορισμένοι μικρο-αντιστροφείς επιτρέπουν επίσης την απομακρυσμένη παρακολούθηση της απόδοσης των μεμονωμένων πλασιών.

**Ηλιακή θερμότητα αέρα:** Η ηλιακή θερμότητα αέρα είναι ένας τύπος συλλέκτη ενέργειας στον οποίο η ενέργεια από τον ήλιο συλλαμβάνεται από ένα απορροφητικό μέσο και χρησιμοποιείται για τη θέρμανση του αέρα.

**Φωτοβολταϊκά:** Τα πάνελ μετατρέπουν το ηλιακό φως απευθείας σε ηλεκτρική ενέργεια για την τροφοδοσία με ενέργεια σπιτιών και επιχειρήσεων.

**Ηλιακή θέρμανση νερού:** Τα πάνελ αξιοποιούν τη θερμότητα του ήλιου για την παροχή ζεστού νερού σε σπίτια και επιχειρήσεις. Τα περισσότερα ηλιακά συστήματα θέρμανσης νερού για κτίρια έχουν δύο κύρια μέρη: έναν ηλιακό συλλέκτη και μια δεξαμενή αποθήκευσης. Υπάρχουν δύο τύποι συλλεκτών: συλλέκτης με επίπεδη πλάκα και συλλέκτης με σωλήνες κενού. Αυτοί μπορούν επίσης να παρέχουν θέρμανση χώρων.

**Ανεμόμετρο:** Συσκευή μέτρησης της ταχύτητας του ανέμου, που αποτελείται συνήθως από τρία κύπελλα σε περιστρεφόμενους βραχίονες.

Εικόνα 2: Ανεμόμετρο



**Καταγραφέας δεδομένων:** Μια ηλεκτρονική συσκευή για τη συλλογή δεδομένων (από ένα ανεμόμετρο ή τα επίπεδα εξόδου ενός φωτοβολταϊκού συστήματος) και την ψηφιακή αποθήκευσή τους για μεταφορά σε έναν υπολογιστή για απεικόνιση και ανάλυση.

**Αντιστροφέας:** Συσκευή που μετατρέπει το συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα σε εναλλασσόμενο ηλεκτρικό ρεύμα. Σε ένα σύστημα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας συνδεδεμένο με το δίκτυο, ο αντιστροφέας ρυθμίζει επίσης την ισχύ για συμβατότητα με το δίκτυο και αποσυνδέει το σύστημα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας από το δίκτυο σε περίπτωση διακοπής ρεύματος.

**Συμψηφισμός ενέργειας:** Πρωτόκολλο χρέωσης της εταιρείας κοινής ωφέλειας και συμψηφισμού που λαμβάνει υπόψη την επιτόπια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Ο μετρητής υπολογίζει την εισερχόμενη ηλεκτρική ενέργεια από την εταιρεία κοινής ωφέλειας και κάθε εκροή ηλεκτρικής ενέργειας, όταν το σύστημα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας δεν καλύπτει το φορτίο. Ο πελάτης χρεώνεται για την καθαρή κατανάλωση ενέργειας. Σε ορισμένες περιπτώσεις, ο συμψηφισμός ενέργειας επιτρέπει την καταβολή πίστωσης στον πελάτη για την καθαρή παραγωγή πλεονάζουσας ηλεκτρικής ενέργειας κατά τη διάρκεια της περιόδου χρέωσης ή άλλης χρονικής περιόδου.

**Ανάλυση σκίασης:** Μετρήσεις που καθορίζουν πότε (ώρα της ημέρας και ώρα του έτους) μια συγκεκριμένη θέση θα σκιάζεται από παρακείμενα δέντρα, κατασκευές και άλλα εμπόδια. Ένα εργαλείο για την πραγματοποίηση αυτής της ανάλυσης είναι το Solar Pathfinder.

**Γεωτρήσεις εδάφους:** Δείγματα εδάφους που λαμβάνονται με ειδικό τρυπάνι από γεωτεχνικό ινστιτούτο μηχανικής. Τα δείγματα, που συχνά αποκαλούνται «πυρήνες», χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό των ιδιοτήτων του εδάφους σε διάφορα βάθη. Οι ιδιότητες του εδάφους χρησιμοποιούνται για να καθοριστεί το είδος της θεμελίωσης (σχήμα, μέγεθος και υλικά) που απαιτείται για μια μεγάλη, βαριά κατασκευή όπως μια ανεμογεννήτρια.

**Solar Pathfinder:** Μια συσκευή για τον προσδιορισμό (με μία μέτρηση) των ημερών του έτους και των ωρών της ημέρας σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία που θα σκιάζεται από τον ήλιο. Χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό των θέσεων που είναι κατάλληλες για ηλιακά ηλεκτρικά και θερμικά συστήματα, καθώς και για τον τρόπο τοποθέτησης και προσανατολισμού των πάνελ.

Εικόνα 3: Φακός στο Solar Pathfinder που Χρησιμοποιείται για τον Προσδιορισμό των Μετρήσεων Σκίασης



## 2.4 Πηγές σχετικά με τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

[www.solarenergy.org/solar-schools](http://www.solarenergy.org/solar-schools)

[www.need.org](http://www.need.org)

[www.kilowattours.org](http://www.kilowattours.org)

[www.willstegerfoundation.org](http://www.willstegerfoundation.org)

[www.energy.gov/index.htm](http://www.energy.gov/index.htm)

[www.mncee.org](http://www.mncee.org)

[www.facingthefuture.org](http://www.facingthefuture.org)

[www.eia.doe.gov/kids/energy.cfm?page=6](http://www.eia.doe.gov/kids/energy.cfm?page=6)

[www.uwsp.edu/cnr/wcee/keep/ProfessionalDevelopment/index.htm](http://www.uwsp.edu/cnr/wcee/keep/ProfessionalDevelopment/index.htm)

[www.smm.org](http://www.smm.org)

[www.seek.state.mn.us](http://www.seek.state.mn.us)

[www.mnsolartour.org](http://www.mnsolartour.org)

[www.cleanerandgreener.org/resources.html](http://www.cleanerandgreener.org/resources.html)

[www.infinitepower.org/calculators.htm](http://www.infinitepower.org/calculators.htm)

[www.carbonfootprint.com](http://www.carbonfootprint.com)

[www.audubon-center.org](http://www.audubon-center.org)

[www.deep-portage.org](http://www.deep-portage.org)

[www.eagle-bluff.org](http://www.eagle-bluff.org)

[www.moundsvIEWSchools.org/laurentian](http://www.moundsvIEWSchools.org/laurentian)

[www.llcc.org](http://www.llcc.org)

[www.wolf-ridge.org](http://www.wolf-ridge.org)

[www.creedproject.org/index.html](http://www.creedproject.org/index.html)

## Ενότητα 3: Σχεδιασμός Εκπαιδευτικού Προγράμματος για τις ΑΠΕ

### 3.1 Εισαγωγή

Τα συστήματα ανανεώσιμης ενέργειας παρουσιάζουν μια σειρά από μοναδικά οφέλη που τα καθιστούν ελκυστικές επενδύσεις για τα σχολεία. Μεταξύ αυτών ένα σημαντικό πλεονέκτημα

είναι η δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί ένα σύστημα ανανεώσιμης ενέργειας ως εργαστήριο ή να γίνει μία σχετική επίδειξη στη σχολική τάξη. Δίνοντας στους μαθητές την ευκαιρία να παρατηρήσουν τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί η ανανεώσιμη ενέργεια, να έχουν ενεργό ρόλο στη συλλογή δεδομένων από πρώτο χέρι και να χρησιμοποιήσουν το σύστημα για την επίτευξη εκπαιδευτικών στόχων, μπορεί να εμπλουτίσουν τις γνώσεις τους, καθώς η κοινωνία κατευθύνεται προς ένα «ενεργειακά ανεξάρτητο» μέλλον. Η πρώιμη έκθεση στις ηλιακές και αιολικές τεχνολογίες μπορεί να εμπνεύσει τους νέους μαθητές να εξερευνήσουν αυτά τα θέματα σε μεγαλύτερο βάθος για μελλοντική μελέτη.

Παρέχοντας μια θεμελιώδη εκπαίδευση για τις ΑΠΕ σε όλους τους νέους μαθητές μπορεί να υποστηριχθούν ως μελλοντικοί επιστήμονες, μηχανικοί, επιχειρηματίες και μέλη μιας κοινωνίας καθαρής ενέργειας. Παρότι αρκετά σχολεία ευελπιστούν επιπλέον σε οικονομικό όφελος από τη στέγαση συστήματος ανανεώσιμης ενέργειας, ένα ανάλογο τμήμα θα επικεντρώνεται στο εκπαιδευτικό όφελος και το πεδίο εφαρμογής.

Από τα σχολεία στην Μινεσότα με συστήματα ανανεώσιμης ενέργειας, πολύ λίγα σχολεία έχουν ένα επίσημο πρόγραμμα σπουδών που εκμεταλλεύεται το σύστημα αυτό. Λίγα προς το παρόν σχολεία έχουν καταφέρει να βρουν ακόμα και τακτικές μεθόδους *ad hoc* ενσωμάτωσης του συστήματος στο μάθημα. Η αξία του συστήματος ανανεώσιμης ενέργειας ως εργαστηρίου απαιτεί την ενεργό συμμετοχή των φοιτητών. Η ετήσια επανεισαγωγή στα συστήματα ΑΠΕ, τόσο για τους εκπαιδευτικούς όσο και για τους μαθητές, αποτελεί ένα απαραίτητο βήμα για να αποτυπωθεί η εκπαιδευτική αξία.

Οι μελέτες περιπτώσεων που αναφέρονται σε αυτή την ενότητα παρέχουν αρκετά παραδείγματα φοιτητών της Μινεσότα που συγκεντρώνουν χρήματα για την εγκατάσταση ΑΠΕ, προωθώντας το έργο στην κοινότητα, βοηθώντας με την εγκατάσταση και τη διοργάνωση εκδηλώσεων. Ωστόσο, το δίλημμα παραμένει καθώς μόλις το σύστημα εγκατασταθεί, δεν ενσωματώνεται επαρκώς στη ρουτίνα στη σχολική τάξη.

Τα συμπεράσματα που προέκυψαν από τις μελέτες περιπτώσεων περιλαμβάνουν τα εξής:

- Σχεδόν κάθε σχολείο είχε αρχικά ένα σχέδιο να ενσωματώσει το σύστημα στο πρόγραμμα σπουδών ή στο μάθημα, αλλά η επιτυχία σε αυτήν την προσπάθεια ήταν ανεπαρκής.
- Τα έργα που βρίσκονται σε εξέλιξη ή που ολοκληρώθηκαν πρόσφατα είναι πιο πιθανό να έχουν ένα στοιχείο εκπαιδευτικού προγράμματος.
- Τα έργα που ολοκληρώθηκαν πριν από πέντε χρόνια είναι πιο πιθανό να μείνουν ανεκμετάλλευτα (από την άποψη της ένταξης στο μάθημα), ιδιαίτερα όταν ο αρχικός επικεφαλής του έργου δεν βρίσκεται πλέον εκεί.

Ένα σύστημα που βρίσκεται σε λειτουργία και δίνει δύναμη στο σχολείο αποτελεί μια θαυμάσια προσθήκη και η πρακτική εκπαιδευτική αξία του μπορεί να είναι απίστευτη. Το κλειδί είναι να αποτελέσει μια ενεργή ευκαιρία μάθησης. Αυτό θα απαιτήσει παρεμβατικά σχέδια που περιλαμβάνουν την εκπαίδευση των διδασκόντων, τους στόχους προγράμματος σπουδών και ένα αποφασιστικό χρονοδιάγραμμα. Όπως και με κάθε προσπάθεια εκπαιδευτικού προγράμματος, κάποιος πρέπει να οριστεί ως υπεύθυνος για να διασφαλιστεί ότι τα σχέδια θα καρποφορήσουν, και το εκπαιδευτικό όφελος από την ύπαρξη ενός επιτόπιου συστήματος ανανεώσιμης ενέργειας θα φτάνει σε όλο το προσωπικό και τους μαθητές ως πραγματικότητα.



**Εικόνα 4: Μαθητές Επιδεικνύουν Δραστηριότητες Εκπαιδευτικού Προγράμματος Ηλιακής Ενέργειας (Mpls Associate Superintendent Mark Bonine)**



### 3.2 Σύνοψη Μεθοδολογικής Προσέγγισης

Οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί αναγνωρίζουν την διδακτική αξία της ύπαρξης ενός ανανεωμένου ενεργειακού συστήματος στις εγκαταστάσεις του σχολείου. Για να επιτευχθούν τα περισσότερα οφέλη από την ύπαρξη ενός ανάλογου συστήματος, απαιτείται ένα σχέδιο για την αντιμετώπιση των προκλήσεων όσον αφορά τη διοικητική μέριμνα και την εφαρμογή, ώστε να μεγιστοποιηθούν οι προσπάθειες και να επιτευχθούν οι στόχοι. Οι παρακάτω ενέργειες ή βήματα δράσης δεν θα είναι σε θέση να αντιμετωπίσουν κάθε ενδεχόμενο, ούτε θα ισχύουν για όλες τις καταστάσεις, αλλά θα βοηθήσουν στις προσπάθειες που αυξάνουν την εκπαιδευτική αξία της ενεργειακής εγκατάστασης και την εξάπλωση σε ένα ευρύ φάσμα μαθητών.

#### **Σύνοψη Βημάτων Δράσης για την Ενσωμάτωση στον Εκπαιδευτικό Προγραμματισμό:**

##### **Βήμα 1 – Προσδιορισμός Προγράμματος Σπουδών και Στόχων Σχολικής Τάξης**

Ποιο είναι το όραμα για τον τρόπο με τον οποίο το σύστημα ανανεώσιμης ενέργειας θα ενταχθεί στις δραστηριότητες του μαθήματος; Θα πρέπει οι ΑΠΕ να αποτελέσουν αυτοτελές έργο ή κατηγορία; Είναι στόχος οι δάσκαλοι να χρησιμοποιούν το σύστημα ως ενότητα σε πολλά μαθήματα;

##### **Βήμα 2 – Αξιοποίηση των Ακαδημαϊκών Προτύπων της Μινεσότα**

Υπάρχουν αρκετές ευκαιρίες για την ενσωμάτωση προγραμμάτων σπουδών και δραστηριοτήτων στο μάθημα στα τρέχοντα Ακαδημαϊκά Πρότυπα της Μινεσότα.

##### **Βήμα 3 - Προσαρμογή Υφιστάμενων Πόρων Εκπαιδευτικού Προγράμματος**

Εξέταση του ενδεχομένου χρήσης υπάρχουσας διδακτέας ύλης, σχεδίων μαθήματος και σχετικών πόρων. Ορισμένες πηγές παρέχουν δωρεάν ή χαμηλού κόστους προγράμματα σπουδών, σχέδια διδασκαλίας και ασκήσεις για τη χρήση ΑΠΕ για να διδάξουν ένα ευρύ φάσμα δεξιοτήτων στους μαθητές. Η επικέντρωση στην ενσωμάτωση αυτών των υλικών ενδέχεται να πιο παραγωγική από την ανάπτυξη εξ αρχής προγραμμάτων σπουδών. Ορισμένες στρατηγικές για τη διδασκαλία σχετικά με τις ΑΠΕ μπορεί να είναι περισσότερο



για το σχεδιασμό για τους επισκέπτες καθηγητές, από ότι για τη δημιουργία ενός πλήρους προγράμματος σπουδών.

#### **Βήμα 4 – Συμπερίληψη Εκπαίδευσης Δασκάλων σε Μακροπρόθεσμα Προγράμματα**

Αρκετοί δάσκαλοι δεν νιώθουν άνετα να θεωρούνται ως υπεύθυνοι για τη διδασκαλία ενός θέματος που είναι πολύ νέο και για τους ίδιους. Η διαχρονική διατήρηση του προγράμματος σπουδών για την ανανεώσιμη ενέργεια απαιτεί από τους εκπαιδευτικούς να κατανοήσουν πρώτα εκείνοι το θέμα.

#### **Βήμα 5 - Εξέταση Κοινωνικών Εκπαιδευτικών Ευκαιριών**

Τα σχολεία είναι προεκτάσεις μιας μεγαλύτερης κοινότητας. Τα συστήματα ανανεώσιμης ενέργειας μπορούν να παρέχουν ένα μέσο για την εμπλοκή της κοινότητας μέσω εκπαιδευτικών προγραμμάτων της κοινότητας.

### **3.3 Ανάλυση των Βημάτων της Μεθοδολογικής Προσέγγισης**

Τα βήματα που περιγράφονται παρακάτω καλύπτουν μια σειρά από επιλογές που μπορούν να εξεταστούν κατά το σχεδιασμό της εγκατάστασης ανανεώσιμης ενέργειας με την εκπαιδευτική εμπειρία των μαθητών, του προσωπικού και της κοινότητας στην ιστοσελίδα ενός σχολείου. Αυτή η ενότητα επικεντρώνεται στην εξέταση των εκπαιδευτικών στόχων ενός προγράμματος, εξετάζοντας παράλληλα μια ποικιλία τρόπων διδασκαλίας για την ηλιακή και την αιολική ενέργεια. Δεν υπάρχει σωστός τρόπος εκπαίδευσης για τις ΑΠΕ, αλλά το μόνο που είναι βέβαιο είναι ότι οι ΑΠΕ θα αποτελέσουν μέρος των μελλοντικών κοινωνιών. Η προετοιμασία των μαθητών και των κοινοτήτων να ανταποκριθούν στην πρόκληση των μελλοντικών ενεργειακών τους αναγκών είναι κάτι που μπορεί να σχεδιαστεί από σήμερα.

#### **Βήμα 1 – Προσδιορισμός Προγράμματος Σπουδών και Στόχων Σχολικής Τάξης**

Τα οφέλη ενός ποιοτικού, αυτόνομου προγράμματος ΑΠΕ είναι αναμφισβήτητα. Οι σαφώς καθορισμένοι στόχοι, τα προγραμματισμένα μαθήματα, τα πειράματα και οι αξιολογήσεις των επιδόσεων έχουν διαρκή αντίκτυπο και είναι εύκολα στη χρήση από τους εκπαιδευτικούς. Ωστόσο, οι δάσκαλοι σήμερα βομβαρδίζονται από προσδοκίες και ευθύνες. Στη Μινεσότα και γύρω από τις Ηνωμένες Πολιτείες, στους δασκάλους παρέχονται συνήθως πολλοί ποιοτικοί οδηγοί προγραμμάτων σπουδών, εγχειρίδια και βιβλία εργασίας των μαθητών, μαζί με την προσδοκία να γίνει χρήση όλων αυτών. Οι εκπαιδευτικοί έχουν επίσης πρότυπα δοκιμών που πρέπει να πληρούν, απαιτήσεις ανάλογα του διδακτικού περιεχομένου και χρονοδιαγράμματα, καθώς και άλλες λεπτομερείς εργασίες και στόχους που πρέπει να επιτευχθούν. Στους εκπαιδευτικούς δεν λείπει υλικό διδασκαλίας, αλλά χρόνος για να προετοιμάσουν νέο υλικό και χρόνος για να καλύψουν ακόμη και το απαιτούμενο περιεχόμενο της διδασκτέας ύλης στα όρια της σχολικής ημέρας.

Για το λόγο αυτό, οι εκπαιδευτικοί μερικές φορές διστάζουν να ενσωματώσουν οποιοδήποτε είδος νέου προγράμματος σπουδών, ειδικά αν δεν είναι στον «απαιτούμενο» κατάλογο. Ακόμα και με τις καλύτερες προσπάθειες, αρκετά καλά σχεδιασμένα προγράμματα ανανεώσιμης ενέργειας δεν χρησιμοποιούνται στο έπακρο, απογοητεύοντας τόσο εκείνους που τα παρέχουν όσο και τη διοίκηση του σχολείου.

Κάθε σχολείο θα έχει διαφορετικό όραμα για την ένταξη ενός συστήματος ανανεώσιμης ενέργειας στις δραστηριότητες του μαθήματος. Ορισμένα σχολεία έχουν πολύ αυστηρούς κανόνες σχετικά με το τι, πότε και πώς διδάσκεται το πρόγραμμα σπουδών. Άλλα σχολεία είναι πολύ ευέλικτα σχετικά με το τι πρόγραμμα σπουδών χρησιμοποιείται, αρκεί να καλύπτονται τα βασικά εκπαιδευτικά πρότυπα και να επιτυγχάνονται οι μαθησιακοί στόχοι. Τα περισσότερα σχολεία βρίσκονται κάπου μεταξύ των δύο παραπάνω.

Ο οδηγός αυτής της ενότητας παρέχει γενικές πληροφορίες που μπορούν να προσαρμοστούν στις ανάγκες του κάθε σχολείου. Στοχεύει στον εντοπισμό των εκπαιδευτικών ευκαιριών και στη διευκόλυνση της διαδικασίας καθορισμού στόχων.

Παραδείγματα εκπαιδευτικών στόχων:

- Ανάπτυξη αυτόνομου εκπαιδευτικού προγράμματος ή μαθήματος.
- Δημιουργία σύντομων διδαγμάτων για την ανανεώσιμη ενέργεια που μπορούν να ενσωματωθούν σε άλλα σχέδια μαθημάτων.
- Ενίσχυση των ικανοτήτων του διδακτικού προσωπικού.
- Χρησιμοποιώντας την εκπαίδευση για την ανανεώσιμη ενέργεια για να ικανοποιηθούν οι στόχοι διδασκαλίας των ακαδημαϊκών προτύπων της Μινεσότα STEM.
- Χρήση εκπαίδευσης για ΑΠΕ ως βοήθεια για την επίτευξη άλλων εκπαιδευτικών στόχων.

Για να θέσουν στόχους, τα σχολεία πρέπει να εξετάσουν τις προσωπικότητες, τη χρηματοδότηση και τον «κουλτούρα» στο σχολείο. Είναι πιθανό ένα νέο πρόγραμμα ανανεώσιμης ενέργειας να δημιουργήσει ανησυχία ή αντίσταση; Ένας τρόπος να ενσωματωθεί η εκμάθηση ΑΠΕ χωρίς μεγάλες οικονομικές και χρονικές δεσμεύσεις είναι να προσκληθούν επισκέπτες εκπαιδευτές για την παροχή συμπληρωματικών μαθημάτων. Αυτό το είδος μαθησιακής ευκαιρίας καταργεί την ανάγκη για επιπλέον προετοιμασία από τους δασκάλους του μαθήματος. Το σχολείο μπορεί να προγραμματίσει για το μέλλον, υπολογίζοντας κεφάλαια από τον αρχικό προϋπολογισμό για τους επισκέπτες εκπαιδευτές για τα πρώτα δύο χρόνια της εγκατάστασης των συστημάτων ΑΠΕ και για το μέλλον.

Παρόμοια οφέλη μπορούν να προκύψουν από μια εκδρομή σε ένα από τα Κέντρα Περιβαλλοντικής Μάθησης (ELCs) της Μινεσότα που έχουν εγκαταστήσει συστήματα ΑΠΕ και έχουν καθιερώσει πρόγραμμα σπουδών ανανεώσιμης ενέργειας.

Αφού προσδιοριστεί η διδακτέα ύλη και οι στόχοι ενός σχολείου, η ομάδα του έργου θα πρέπει να δημιουργήσει ένα στοχευμένο σχέδιο ανάπτυξης με βάση τα Ακαδημαϊκά Πρότυπα της Μινεσότα. Αρκετά υφιστάμενα προγράμματα σπουδών θα έχουν σχεδιαστεί (ή προσαρμοστεί) για την επίτευξη των μαθησιακών στόχων αυτών των προτύπων. Τα σχολεία μπορούν να επιλέξουν να δημιουργήσουν ένα αυτόνομο μάθημα ή να ενσωματώσουν σύντομα μαθήματα για την ηλιακή και την αιολική ενέργεια στο πρόγραμμα σπουδών καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, και οι δύο επιλογές χρησιμοποιώντας τα Ακαδημαϊκά Πρότυπα της Μινεσότα.

## **Βήμα 2 - Αξιοποίηση των Ακαδημαϊκών Προτύπων της Μινεσότα**

Το Υπουργείο Εκπαίδευσης της Μινεσότα δημοσιεύει πληροφορίες σχετικά με τα τρέχοντα Ακαδημαϊκά Πρότυπα της Μινεσότα στην ιστοσελίδα του (<http://education.state.mn.us>).

Αυτά τα κρατικά πρότυπα καθορίζουν τις δεξιότητες και τις γνώσεις που διδάσκονται οι μαθητές σε κάθε επίπεδο. Αυτό το ισχυρό ακαδημαϊκό ίδρυμα βοηθά τους μαθητές της Μινεσότα να έχουν τις δεξιότητες γραφής και ανάγνωσης που θα χρειαστούν για να αποφοιτήσουν από το λύκειο, να επιτύχουν στο κολέγιο/πανεπιστήμιο και γενικά για τη μελλοντική τους σταδιοδρομία.

Τα Πρότυπα προσδιορίζουν όσα όλοι οι μαθητές αναμένεται να γνωρίζουν και να είναι σε θέση να κάνουν, όχι όμως τον τρόπο διδασκαλίας. Οι περιφέρειες και τα σχολεία υιοθετούν προγράμματα σπουδών που βοηθούν τους εκπαιδευτικούς να διδάξουν αυτές τις δεξιότητες. Μια εγκατάσταση ανανεώσιμης ενέργειας σε ένα σχολείο μπορεί εύκολα να χρησιμοποιηθεί για την ενίσχυση της διδασκαλίας σε αρκετά από αυτά τα Πρότυπα.

Ορισμένα παραδείγματα ενσωμάτωσης των δραστηριοτήτων ΑΠΕ με τα ακαδημαϊκά πρότυπα της Μινεσότα παρουσιάζονται παρακάτω. Αυτά τα παραδείγματα αφορούν τα μαθηματικά, τις επιστήμες και τα ενεργειακά πρότυπα. Ένα ευρύτερο σύνολο παραδειγμάτων παρουσιάζεται παρακάτω.

**Ανανεώσιμη ενέργεια και μαθηματικά.** Όλοι οι μαθητές μπορούν και πρέπει να έχουν ευχέρεια στα μαθηματικά. Ακόμη και οι μαθητές που διαφορετικά θα δυσκολεύονταν με τις πιο απαιτητικές μαθηματικές έννοιες, θα τα πάνε καλύτερα στα μαθηματικά αν τους δοθεί η ευκαιρία να εφαρμόσουν τη γνώση που αποκόμισαν.

Τα συνέδρια προσφέρουν την ευκαιρία για επιστημονική εξερεύνηση και ανάλυση και αποτελούν μια τέλεια ευκαιρία για την εφαρμογή των μαθηματικών και της επιστήμης σε κάτι ουσιαστικό και διασκεδαστικό.

Ο ακόλουθος πίνακας παρουσιάζει ένα παράδειγμα ενσωμάτωσης ακαδημαϊκών προτύπων για τα μαθηματικά στην εκμάθηση των αρχών των ΑΠΕ.

**Πίνακας 3: Παράδειγμα Ενσωμάτωσης Ακαδημαϊκών Προτύπων για τα Μαθηματικά στην Εκμάθηση των Αρχών των ΑΠΕ**

Μαθηματικά – Σημείο Αναφοράς	Δραστηριότητα
Περιοχή υπολογισμού	Παράδειγμα: Το σύστημα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας του σχολείου καταλαμβάνει τους χώρους ή την οροφή του σχολείου. Υπολογισμός του εμβαδού που καταλαμβάνει αυτό το σύστημα. Έλεγχος του λογαριασμού της επιχείρησης κοινής ωφέλειας και χρήση ανά kWh στην επίσημη ιστοσελίδα επιχείρησης. Πόσο χώρο θα λάβει ένα σύστημα ανανεώσιμης ενέργειας που παράγει το 100% των kWh που χρησιμοποιούνται για τις ανάγκες του σχολείου;

**Ζητήματα Ανανεώσιμης Ενέργειας και Επιστήμης.** Οι σχολικές περιφέρειες έχουν έναν εκτενή και λεπτομερή κατάλογο καθηκόντων και στόχων για συγκεκριμένα επιστημονικά θέματα, παρέχοντας έναν κατάλογο δραστηριοτήτων αναφοράς που ευθυγραμμίζονται με αυτά, και καθιστούν δυνατό για το δάσκαλο να επιτύχει τους απαιτούμενους στόχους διδασκαλίας και ταυτόχρονα, να ενσωματώσει εκείνες τις ενδιαφέρουσες και σημαντικές δραστηριότητες ανανεώσιμης ενέργειας. Τα επιστημονικά σημεία αναφοράς περιλαμβάνουν τα σημεία αναφοράς STRAND 1 έως 4.

Αρκετά από τα πρότυπα επαναλαμβάνονται σε πολλαπλούς βαθμούς, και οι προτάσεις δραστηριότητας μπορούν να επεκταθούν για να καλύψουν τις ανάγκες μαθητών όλων των ικανοτήτων. Οι δραστηριότητες πρόκειται να έχουν μεγάλο εύρος και να αποτελέσουν την αφετηρία για την εύκολη ενσωμάτωση των συζητήσεων σε διάφορες δραστηριότητες. Το κλειδί είναι να ξεκινήσουν τα σχολεία από κάπου, να στοχεύσουν να ενσωματώσουν αυτήν την καθοριστική πτυχή της μάθησης εντός της σχολικής τάξης καθημερινά. Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει αναλυτικά μερικά παραδείγματα ενσωμάτωσης ανανεώσιμης ενέργειας στους μαθησιακούς στόχους για τα Ακαδημαϊκά Πρότυπα για την Επιστήμη.

**Πίνακας 4: Παραδείγματα Ενσωμάτωσης Ανανεώσιμης Ενέργειας στους Μαθησιακούς Στόχους για τα Ακαδημαϊκά Πρότυπα για την Επιστήμη**

Επιστήμη - Σημείο Αναφοράς	Δραστηριότητα
Σύνταξη ερωτήσεων που μπορούν να απαντηθούν όταν η επιστημονική γνώση συνδυάζεται με τη γνώση που αποκτάται από προσωπική παρατήρηση ή έρευνα.	Παράδειγμα: Οι μαθητές επισκέπτονται την εγκατάσταση ηλιακής ενέργειας του σχολείου και σημειώνουν τις καιρικές συνθήκες.  Συζήτηση για τα βασικά: Πώς λειτουργούν τα φωτοβολταϊκά όταν το φως του ήλιου χτυπά τα πάνελ; Πώς η θερμότητα τείνει να μειώνει την παραγωγή έντασης, ενώ το κρύο αυξάνει την έξοδο τάσης.  Δημιουργία ερωτημάτων σχετικά με τις τρέχουσες συνθήκες και έλεγχος με πραγματικές μετρήσεις.
Εντοπισμός των αλλαγών των μορφών ενέργειας, συμπεριλαμβανομένων των θερμικών, ηλεκτρικών, χημικών, μηχανικών ή άλλων, καθώς η ενέργεια χρησιμοποιείται σε συσκευές.	Παράδειγμα: Χρήση ηλιακού θερμικού συστήματος του σχολείου για εκπαίδευση σχετικά με τις μορφές αλλαγής ενέργειας καθώς κατευθύνεται από το φως του ήλιου στον συλλέκτη, από το υγρό στον συλλέκτη, στον εναλλάκτη θερμότητας, στο νερό, στον τελικό χρήστη.

**Καύσιμα και Μέλλον.** Η κοινωνία εξαρτάται όλο και περισσότερο από την ενέργεια καθώς εξελίσσεται τεχνολογικά. Οι παγκόσμιες πολιτικές σχέσεις συχνά εξαρτώνται από τους ενεργειακούς πόρους. Τα πολιτιστικά πρότυπα διαμορφώνονται από τις ενεργειακές

επιλογές. Οι μαθητές πρέπει να καταλάβουν ότι κάθε ενεργειακή επιλογή, συμπεριλαμβανομένης της παραγωγής και της κατανάλωσης ενέργειας, έχει συνέπειες. Οι σπουδαστές πρέπει να κατανοήσουν από πού προέρχεται η ενέργεια, τι συμβαίνει όταν χρησιμοποιούνται διαφορετικοί ενεργειακοί πόροι και ποιές περιβαλλοντικές συνέπειες προκύπτουν από τις επιλογές παραγωγής και κατανάλωσης. Αυτό το ευρύ θέμα μπορεί να προβληματίσει τους μαθητές και να αποτελέσει το έναυσμα για συζητήσεις σχετικά με θέματα επιστήμης και κοινωνικών μελετών.

**Συστήματα Παρακολούθησης.** Αρκετές από τις παραπάνω προτάσεις για ενσωμάτωση της ανανεώσιμης ενέργειας στην τάξη εξαρτώνται από την εγκατάσταση συστημάτων παρακολούθησης ή εντοπισμού δεδομένων μαζί με το σύστημα ανανεώσιμης ενέργειας. Ο σχεδιασμός για κάποιο είδος συστήματος παρακολούθησης είναι συχνά ένα κρίσιμο μέρος του έργου. Τα συστήματα παρακολούθησης προστίθενται εύκολα στις πληροφορίες εξόδου του ηλιακού συστήματος ή του συστήματος αιολικής ενέργειας. Ορισμένες συλλογές δεδομένων είναι πιο προηγμένες και πιο δαπανηρές από άλλες. Ακόμη και μια πολύ βασική οθόνη λόμπι θα δείξει την τρέχουσα παραγωγή του συστήματος σε volts, amps, watts και κάποιο είδος ιστορικής απεικόνισης της παραγωγής του συστήματος με την πάροδο του χρόνου. Η γνώση είναι ισχυρή. Η μεταφορά προσβάσιμων πληροφοριών σχετικά με την παραγωγή ενέργειας σε έναν εύκολα προσβάσιμο δημόσιο χώρο θα βοηθήσει πολύ στη συμμετοχή μαθητών και ενηλίκων σε συζητήσεις σχετικά με τις ΑΠΕ. Το άτομο που θα συντηρεί τις λειτουργίες υπολογιστή και διαδικτύου σε ένα σχολείο θα πρέπει να συνεννοηθεί με το άτομο που εγκαθιστά το ηλιακό ή αιολικό σύστημα για να αποφασίσει ποιο σύστημα και λογισμικό θα λειτουργούν καλύτερα στην υπάρχουσα εγκατάσταση υπολογιστή και διαδικτύου του σχολείου. Ακόμη και η απλή επίπεδη οθόνη που τοποθετείται στο λόμπι, χωρίς αλληλεπίδραση, μπορεί να παρέχει εξαιρετικές πληροφορίες. Ορισμένες εγκαταστάσεις ανανεώσιμης ενέργειας μπορούν να εξοπλιστούν με πιο λεπτομερή είσοδο, όπως θερμοκρασία, δεδομένα ηλιακής μόνωσης και ταχύτητα ανέμου στον χώρο της εγκατάστασης. Επειδή όλες αυτές οι μεταβλητές μπορούν να επηρεάσουν το αποτέλεσμα του συστήματος του σχολείου, για τα μαθήματα επιστήμης και μαθηματικών αυτές οι πρόσθετες πληροφορίες μπορεί να είναι χρήσιμες. Τα περισσότερα συστήματα έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να μπορούν να συνδέσουν τις πληροφορίες παραγωγής ενέργειας με την ιστοσελίδα του σχολείου.

Το κλειδί για μια ενεργή μαθησιακή κοινότητα που συμμετέχει στην εγκατάσταση ΑΠΕ είναι να υπάρχει ένα σχέδιο και ένα βασικό πρόσωπο ή ομάδα που να είναι υπεύθυνη για την εκπαιδευτική αποστολή. Ίσως ο διαχειριστής του συστήματος του σχολείου να είναι υπεύθυνος για τη συνέχιση της εκμάθησης. Ή εναλλακτικά μια φοιτητική ομάδα, τάξη, ή ένα μέλος της τοπικής κοινότητας παθιασμένο με τις ΑΠΕ, θα μπορούσε να εκπαιδευτεί για να αναλάβει την ευθύνη για τη συνεχή επιρροή και τη συμμετοχή στους εκπαιδευτικούς στόχους ανανεώσιμης ενέργειας του σχολείου. Είναι μία διαδικασία που μπορεί εύκολα να ανατεθεί, αλλά κάποιος πρέπει να αναλάβει το ρόλο και να βοηθήσει τους μαθητές να λάβουν το εκπαιδευτικό όφελος από την ύπαρξη ενός επιτόπιου συστήματος ανανεώσιμης ενέργειας.

### **Βήμα 3 - Προσαρμογή Υφιστάμενων Πόρων Εκπαιδευτικού Προγράμματος**

Ενθουσιώδεις εκπαιδευτικοί, υπεύθυνοι εγκατάστασης ΑΠΕ και σχολικοί διαχειριστές, συχνά επικεντρώνονται στην ανάπτυξη κατανοητής διδακτέας ύλης που πηγαίνει σε βάθος για να υποστηριχθούν θέματα ανανεώσιμης ενέργειας που διερευνώνται στην περιοχή τους. Αρκετοί πόροι του προγράμματος σπουδών έχουν ήδη αναπτυχθεί για τους βαθμούς K-12 και είναι διαθέσιμοι δημοσίως, τόσο δωρεάν όσο και έναντι ονομαστικού τέλους. Μερικά από αυτά τα σχέδια μαθημάτων επικεντρώνονται σε ένα συγκεκριμένο θέμα ΑΠΕ, άλλα επικεντρώνονται στην εξοικονόμηση ενέργειας και το πώς σχετίζεται με τις ΑΠΕ, και μερικά επικεντρώνονται σε ένα επιστημονικό θέμα.

Οι δάσκαλοι και οι διαχειριστές καλούνται ήδη να επιτύχουν ένα πλήθος στόχων, απαιτήσεων και πιστοποιήσεων. Ευτυχώς, ένας αριθμός οργανισμών και σχολείων έχουν ήδη δημιουργήσει προγράμματα σπουδών για τη διδασκαλία σχετικά με τις ΑΠΕ ή τη χρήση του θέματος των ΑΠΕ ως μέσο για την επίτευξη εκπαιδευτικών στόχων. Τα υπάρχοντα προγράμματα σπουδών, τα σχέδια για τις αίθουσες διδασκαλίας και άλλες εκπαιδευτικές πηγές χρησιμοποιούνται σε εθνικό επίπεδο και ορισμένοι οργανισμοί διαθέτουν ειδικό υλικό για τη Μινεσότα για χρήση από τα σχολεία της Μινεσότα.

Παρακάτω περιγράφονται ορισμένα προγράμματα μαθημάτων διδακτέας ύλης που αναπτύχθηκαν για τις ΑΠΕ. Όπως συμβαίνει με οποιοδήποτε θέμα διδακτέας ύλης, κατά την προσαρμογή πρότυπων εκπαιδευτικών προγραμμάτων για την εισαγωγή των ζητημάτων ενέργειας και ανανεώσιμης ενέργειας στους μαθητές τους, οι δάσκαλοι πρέπει να εξετάσουν τις βέλτιστες πρακτικές και τους εκπαιδευτικούς στόχους και την αποστολή του σχολείου τους.

Τα Κέντρα Περιβαλλοντικής Εκμάθησης (ELCs) της Μινεσότα αποτελούν ένα ακόμα μέσο για να αναζητούν οι διδάσκοντες και οι εκπαιδευόμενοι εκπαιδευτικούς πόρους σχετικά με τις ΑΠΕ. Έξι οικιστικά ELCs έχουν πρόσφατα λάβει επιχορήγηση για το Περιβάλλον και τους Φυσικούς Πόρους μέσω της Τροποποίησης του Minnesota Legacy για τη μείωση των αποτυπωμάτων άνθρακα, διαδίδοντας παράλληλα την ενεργειακή εκπαίδευση που επικεντρώνεται στις ΑΠΕ, την ενεργειακή απόδοση και τις επιλογές διατήρησης. Μεγάλο μέρος της επιχορήγησης θα χρηματοδοτήσει αναβαθμίσεις ή εγκατάσταση νέων συστημάτων ανανεώσιμης ενέργειας, καθώς επίσης ανάπτυξη διδακτέας ύλης για την υποστήριξη των εκπαιδευτικών στόχων. Άλλες ELCs έχουν επίσης ενσωματώσει συστήματα ΑΠΕ στον προγραμματισμό τους για τους φοιτητές και το κοινό. Θα πρέπει να διερευνηθούν οι άριστοι αυτοί πόροι ως μέσο για να ξεκινήσουν οι εκπαιδευτικές προσπάθειες του σχολείου.

**Φοιτητές Που Κινούν το Ενδιαφέρον σε Φοιτητές.** Μια ακόμα πρόταση για τη συμμετοχή του σχολείου στην εκμάθηση ενός νέου συστήματος ανανεώσιμης ενέργειας είναι να περιλαμβάνει σύντομες, αλλά τακτικές ενημερώσεις ενσωματωμένες στην τακτική σχολική επικοινωνία. Ίσως υπάρχει μια ομάδα που κάνει κάποια «πράσινη» προσπάθεια, όπως, για παράδειγμα, ανακύκλωση ή αναβάθμιση που θα μπορούσε να είναι υπεύθυνη για να καταλήξει σε ένα ερώτημα της εβδομάδας ή μια δραστηριότητα του μήνα διάρκειας 15 λεπτών που θα προωθηθεί σε μια σχολική εφημερίδα; Ίσως θα μπορούσε να προετοιμαστεί μια σχολική εκπομπή - βίντεο και στη θέση του μετεωρολόγου, θα μπορούσε να τοποθετηθεί ένας δημοσιογράφος που να ασχολείται με θέματα ΑΠΕ, να αναφέρει για παράδειγμα, πόση ενέργεια παράγει το ηλιακό σύστημα την τρέχουσα στιγμή, τι παρήγαγε χθες και άλλες

ενδιαφέρουσες πληροφορίες. Οι μαθητές συμμετέχουν πιο ενεργά στη μάθηση, όταν οι εκπαιδευτικές ευκαιρίες είναι πρακτικές, όπως το MRES Solar Boat Regatta. Το MRES Solar Boat Regatta παρέχει στους μαθητές γυμνασίου και λυκείου την ευκαιρία να κατασκευάσουν ένα σκάφος που κινείται με ηλιακή ενέργεια και να δοκιμάσουν τα σχέδιά τους, σε ανταγωνισμό με άλλους μαθητές.

**Εικόνα 5: MRES Solar Boat Regatta**



#### **Βήμα 4 - Συμπερίληψη Εκπαίδευσης Δασκάλων σε Μακροπρόθεσμα Προγράμματα**

Κάθε νέα τεχνολογία θα είναι νέα τόσο για τους μαθητές όσο και για τους ενήλικες. Η ενσωμάτωση του θέματος της ανανεώσιμης ενέργειας στις υφιστάμενες πρακτικές της τάξης και η κατανόηση του τρόπου χρήσης του συστήματος ΑΠΕ του σχολείου ως διδακτικού εργαλείου, μπορεί να αποτελέσει απαιτητικό έργο για πολλούς εκπαιδευτικούς. Για να μπορούν οι εκπαιδευτικοί να διδάσκουν δημιουργικά και να μεταδίδουν με επιτυχία τη γνώση, πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να βασίζονται στο αντικείμενο που τους ζητείται να διδάξουν. Ο προγραμματισμός και η κατάρτιση του προϋπολογισμού για την εκπαίδευση των δασκάλων μπορεί να είναι ένα κρίσιμο στοιχείο για την ενσωμάτωση ΑΠΕ στην σχολική τάξη. Η κατάρτιση των εκπαιδευτικών μπορεί να προγραμματιστεί για τις ημέρες του σχολικού εργαστηρίου, η χρηματοδότηση θα μπορούσε να διατεθεί στους αναπληρωτές εκπαιδευτικούς κατά τη διάρκεια του σχολικού προγραμματισμού ή, για να επιτρέψει τη συνέχιση της εκπαίδευσης, εκτός της κανονικής σχολικής ημέρας.

Μια εναλλακτική λύση στην εκπαίδευση των δασκάλων είναι η χρήση εξωτερικών εκπαιδευτών ΑΠΕ και εμπειρογνομόνων για να καθοδηγήσουν εργαστήρια, συνελεύσεις ή επιτόπιες επισκέψεις. Όπως αναφέρθηκε, τα ELCs της Μινεσότα έχουν επενδύσει στην εκπαίδευση για τις ΑΠΕ, όπως έχουν επενδύσει και ορισμένοι οργανισμοί προώθησης των ΑΠΕ. Αυτές οι προσπάθειες παρέχουν επίσης σε μαθητές και δασκάλους την ευκαιρία να μάθουν από τους ειδικούς. Τα σχολεία μπορούν να προγραμματίσουν την επιστροφή των ευκαιριών μάθησης εκτός των εγκαταστάσεων στο σχολείο στο μέλλον.

Θα πρέπει να διατεθούν χρόνος και πόροι για την ανάπτυξη των δεξιοτήτων του προσωπικού, ώστε να δοθεί η δυνατότητα στους εκπαιδευτικούς να αυξήσουν τις γνώσεις και τις δεξιότητές τους. Ένας καλά εκπαιδευμένος δάσκαλος που χρησιμοποιεί ένα ποιοτικό πρόγραμμα σπουδών που ανταποκρίνεται στους τοπικούς ακαδημαϊκούς στόχους και πρότυπα, αποτελεί ένα εκπαιδευτικό εργαλείο για τους μαθητές.

## **Βήμα 5 - Εξέταση Κοινωνικών Εκπαιδευτικών Ευκαιριών**

Τα παιδιά και οι νεαροί μαθητές δεν είναι οι μόνοι που θέλουν να μάθουν για τις ΑΠΕ. Οικογένειες, ενήλικες, μακροχρόνια μέλη της κοινότητας - πολλοί άνθρωποι ενδιαφέρονται για την ενέργεια που θα δώσει ισχύ στο μέλλον. Εκτός από το πρόγραμμα σπουδών στην τάξη, τα σχολεία μπορεί να είναι σε θέση να προσφέρουν εκπαιδευτικές υπηρεσίες στην κοινότητα γενικά. Οι εκπαιδευτικοί για αυτές τις προσπάθειες δεν χρειάζεται να είναι δάσκαλοι, αλλά θα μπορούσαν να είναι συνήγοροι, επαγγελματίες, αλλά ακόμη και μαθητές. Ο επαγγελματίας που συνεργάστηκε με το σχολείο για να εγκαταστήσει το σύστημα θα μπορούσε επίσης να ζητήσει να το παρουσιάσει στην κοινότητα, και ίσως να επιστρέφει για έναν ετήσιο έλεγχο συντήρησης.

Μια μικρή ομάδα φοιτητών που μαθαίνουν λεπτομέρειες σχετικά με το σύστημα αποτελούν εφελκυστήρες για μια προσπάθεια προσέγγισης της κοινότητας. Ακριβώς όπως για παράδειγμα, ένα μεγάλο τηλεσκόπιο ή αστεροσκοπείο μπορεί να επηρεάσει την κοινότητα να ασχοληθεί με την μελέτη των αστεριών, ένα τοπικό σύστημα ΑΠΕ, ειδικά μία εύκολα προσβάσιμη παρακολούθηση, θα πρέπει να θεωρείται ως ένας τοπικός πόρος εκπαιδευτικής προσέγγισης.

Η συμμετοχή της κοινότητας στην εκπαίδευση για ΑΠΕ θα συμβάλει στην προβολή του σχολικού συστήματος. Οι προσπάθειες κοινωνικής εκπαίδευσης θα δημιουργήσουν επίσης μια αίσθηση ιδιοκτησίας – έναν τρόπο να αναγνωριστεί το σχολείο και η ομάδα έργου.

Αρκετές κοινότητες έχουν γνώστες, υποστηρικτές της ανανεώσιμης ενέργειας που μπορούν να παρουσιάσουν εισαγωγικά βραδινά μαθήματα ή μετά το σχολείο. Οι οργανισμοί ανανεώσιμης ενέργειας έχουν ανθρώπους πρόθυμους να μετακινηθούν σε μια κοινότητα για να παρουσιάσουν τις ΑΠΕ σε μαθητές και ενήλικες. Το σύστημα ανανεώσιμης ενέργειας ενός σχολείου θα μπορούσε επίσης να βρίσκεται στην Ηλιακή Περιοδεία της Μινεσότα που πραγματοποιείται κάθε Οκτώβριο. Πρόκειται για μια εξαιρετική ευκαιρία επίδειξης του ηλιακού συστήματος στην τοπική κοινότητα.

**Εικόνα 6: Εκπαιδευτικές Δραστηριότητες στην Ηλιακή Περιοδεία της Μινεσότα**





## 3.4 Εφαρμογή της Μεθοδολογικής Προσέγγισης

### 3.4.1 Εφαρμογή στο Rochester School District

#### **Αντικείμενο Έργου**

Το 2009 εγκαταστάθηκε ηλιακός συλλέκτης 5,88 kW στην οροφή του Γυμνασίου Mayo του Ρότσεστερ. Το 2010 μια συστοιχία ηλιακών συλλεκτών 6,1 kW εγκαταστάθηκε στο Γυμνάσιο Century και μια συστοιχία 5,88 kW εγκαταστάθηκε στο Λύκειο John Marshall.

#### **Στόχοι έργου**

Ο αρχικός στόχος του έργου ήταν η εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών στο Γυμνάσιο Mayo για να καταδειχθεί πώς τα συστήματα ανανεώσιμης ενέργειας μπορούν να μειώσουν τη χρήση ενέργειας και να εκπαιδεύσουν τους μαθητές για την ανανεώσιμη ενέργεια. Αυτός ο στόχος επεκτάθηκε σε όλα τα λύκεια του Ρότσεστερ. Οι ιδρυτές φοιτητές αυτής της πρωτοβουλίας δημιούργησαν μια μη κερδοσκοπική ομάδα που ονομάζεται MN Student Energy Project (MNSEP). Ο στόχος τους επεκτάθηκε με τη συνεργασία τελικά με σχολεία σε όλη την πολιτεία της Μινεσότα για την εγκατάσταση όσο το δυνατόν περισσότερων ηλιακών συλλεκτών και την ενσωμάτωση στην εκπαίδευση των ΑΠΕ σε αυτά τα σχολεία.

#### **Ιστορικό**

Το πρόγραμμα ξεκίνησε, όταν ένας από τους ιδρυτές μαθητές πλησίασε τον διευθυντή του σχολείου Mayo High School και ανέφερε ότι ήθελε να προσπαθήσει να εγκαταστήσει ηλιακούς συλλέκτες στο σχολείο. Ο διευθυντής του σχολείου έδωσε το «πράσινο φως» και μια ομάδα φοιτητών άρχισε γρήγορα να χρηματοδοτεί προσπάθειες για την αγορά και εγκατάσταση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος (PV). Καθώς οι προσπάθειες συγκέντρωσης κεφαλαίων στέφθηκαν με επιτυχία, η μαθητική ομάδα άρχισε να εμπνέεται από την ιδέα της τοποθέτησης ηλιακών συλλεκτών όχι μόνο στο λύκειο Mayo, αλλά και σε όλα τα λύκεια του Ρότσεστερ, συμπεριλαμβανομένου ακόμα και του υπό κατασκευή Λυκείου της Λούρδης.

#### **Χρηματοδότηση**

Τα κεφάλαια προήλθαν από διάφορες πηγές, όπως, επιχειρήσεις και κοινοτικές οργανώσεις, επιχορήγηση της Ομάδας Καθαρών Ενεργειακών Πόρων (CERT), χρηματοδότηση από τα τέσσερα συμμετέχοντα σχολεία, την Αμερικανική Δημόσια Ένωση Ενέργειας (75.000 δολάρια) και άλλες εκδηλώσεις συγκέντρωσης χρημάτων. Η μαθητική ομάδα κατάφερε να συγκεντρώσει 140.000 δολάρια σε έξι μήνες για το αρχικό πρόγραμμα Mayo. Η ομάδα συνεχίζει να χρησιμοποιεί παρόμοιες μεθόδους για την συγκέντρωση χρημάτων για επιπρόσθετα σχολικά σχέδια. Ο ιστότοπος του MNSEP έχει πλέον μια σελίδα στην οποία οι επισκέπτες μπορούν να δωρίσουν διαδικτυακά.

#### **Μαθητική Δέσμευση**

Το πρόγραμμα ξεκίνησε από φοιτητές και συνεχίζει να λειτουργεί κυρίως από φοιτητές. Το MNSEP έχει διοικητικό συμβούλιο με τέσσερις φοιτητές και τρία μέλη της κοινότητας. Η πρωτοβάθμια ηγεσία παρέχεται από τους μαθητές. Οι τρεις μαθητές που ξεκίνησαν αρχικά το πρόγραμμα έχουν από τότε αποφοιτήσει και συνεχίζουν στο πανεπιστήμιο, ενώ μια νέα ομάδα μαθητών έχει δραστηριοποιηθεί στο πρόγραμμα.

Σε αναγνώριση της εξαιρετικής δουλειάς του, το MNSEP τιμήθηκε με το Βραβείο 2010 Simms Award for Outstanding Youth in Philanthropy από το National Association of Fundraising Professionals.

### **Εκπαιδευτικά Οφέλη του Συστήματος**

Το σχολικό προσωπικό, η διοίκηση, οι μαθητές και το Υπουργείο Ενέργειας συνεργάζονται τώρα για να αναπτύξουν το πρόγραμμα σπουδών που θα εφαρμόσουν στις σχολικές τάξεις. Το σχέδιο είναι να υπάρχει ένα ευρύ πρόγραμμα σπουδών που να ασχολείται με την επιστήμη και τις ΑΠΕ, την κλιματική αλλαγή, την οικονομία και την πολιτική πίσω από την ενεργειακή μεταρρύθμιση και να ενσωματώνει αυτά τα στοιχεία σε πολλαπλά θέματα (μαθηματικά, πολιτικές επιστήμες, επιχειρήσεις, οικονομικά, αγγλικά και άλλα). Τα δεδομένα παραγωγής από τις τέσσερις ηλιακές εγκαταστάσεις θα είναι διαθέσιμα στο διαδίκτυο για χρήση εντός των προγραμμάτων σπουδών και της επιστήμης των φοιτητών.

Η Σχολική Συνοικία του Ρότσεστερ έχει πραγματοποιήσει αρκετές προσπάθειες στο σχεδιασμό, τη χρηματοδότηση και την εγκατάσταση αυτών των τεσσάρων συστημάτων ανανεώσιμης ενέργειας. Ωστόσο, έχουν ακόμα πολλή δουλειά για να επιτύχουν τον τελικό τους στόχο, που είναι η ανάπτυξη και η ενσωμάτωση του προγράμματος σπουδών που περιγράφεται παραπάνω. Ο σχεδιασμός και η χρηματοδότηση της ενσωμάτωσης των προγραμμάτων σπουδών στο πρώιμο μέρος του προγράμματος θα αυξήσει την πιθανότητα επίτευξης των στόχων του προγράμματος σπουδών.

### **Κοιτάζοντας μπροστά**

Το MNSEP διερευνά επί του παρόντος ευκαιρίες για συνεργασίες με άλλες σχολικές περιφέρειες και ελπίζει να έχει 25 συνεργασίες μέχρι το 2012. Το MNSEP συνεργάζεται επίσης με την πολιτειακή κυβέρνηση της Μινεσότα και τα μέλη του τοπικού Κογκρέσου για να προσπαθήσει να περάσει νομοθεσία για να υποστηρίξει την αποστολή του.

**Εικόνα 7: Ηλιακό Ηλεκτρικό Σύστημα στο Century High School στο Ρότσεστερ**



### **3.4.2 Εφαρμογή στο North Shore Community School**

#### **Αντικείμενο Έργου**

Εγκαταστάθηκε στον τοίχο του γυμνασίου κοντά στην είσοδο του Δημοτικού Σχολείου της Βόρειας Ακτής (NSCS) σύστημα ανανεώσιμης ενέργειας, 16 φωτοβολταϊκά πάνελ 2,67 kW.

### **Στόχοι Έργου**

Πρωταρχικός στόχος ήταν η χρήση της εγκατάστασης και του σχετικού προγράμματος σπουδών για την αντιμετώπιση ενός νέου επιστημονικού προτύπου προγράμματος σπουδών έκτης τάξης. Μόλις δημιουργήθηκε το πρόγραμμα σπουδών στο NSCS, η πρόθεση ήταν να μοιραστεί το πρόγραμμα σπουδών με άλλα σχολεία της περιοχής μέσα από μια συνεργασία με τις Ομάδες Καθαρών Πηγών Ενέργειας (CERTs).

### **Ιστορικό**

Ένα σημαντικό μέρος του προγράμματος ήταν η ανάπτυξη και χρήση ενός προγράμματος σπουδών επιστήμης έκτης τάξης και ένα πρόγραμμα σπουδών για μια «εκλεκτική» έκτη τάξη στην ενέργεια. Το πρόγραμμα σπουδών δημοσιεύτηκε επίσης στην ιστοσελίδα του NSCS για να μοιραστεί με άλλα σχολεία της περιοχής. Ως μέρος του προγράμματος, οι μαθητές συμμετείχαν επίσης σε άλλες ευκαιρίες μάθησης, όπως μια ενεργειακή περιήγηση στο σχολείο, ένα σχολικό ενεργειακό έλεγχο και εκπαιδευτικά προγράμματα στο Hartley Nature Center στο Duluth. Ο υπεύθυνος προσωπικού περιβαλλοντικής εκπαίδευσης υπέβαλε αίτηση για πρόσθετες επιχορηγήσεις το 2007 με σκοπό την επέκταση του προγράμματος, ώστε να συμπεριλάβει την παραγωγή αιολικής ενέργειας και τα πρόσθετα εκπαιδευτικά υλικά.

### **Πρόγραμμα Αιολικής Ενέργειας**

Ωστόσο, η δημιουργία και η χρήση ενός προγράμματος σπουδών δεν το θεσμοθετεί. Το 2008 ο υπεύθυνος περιβαλλοντικής εκπαίδευσης που είχε προασπιστεί και διευθύνει το έργο άφησε το NSCS για μια άλλη επαγγελματική ευκαιρία σταδιοδρομίας. Χωρίς κάποιον επικεφαλής, το έργο έχασε την ορμή του και μετά από επιπλέον αλλαγές στο προσωπικό το πρόγραμμα σπουδών διακόπηκε. Τελικά, η θέση του υπεύθυνου περιβαλλοντικής εκπαίδευσης καταλήφθηκε από έναν νέο, μερικής απασχόλησης, περιβαλλοντικό εκπαιδευτικό, ο οποίος προσπαθούσε να πάρει το ενεργειακό πρόγραμμα σπουδών. Δυστυχώς, ο νέος συντονιστής δεν ήταν σε θέση να εντοπίσει το υλικό σχετικά με το ενεργειακό πρόγραμμα σπουδών. Το αρχικό πρόγραμμα λειτούργησε, ενώ ο αρχικός πρωταθλητής το διαχειριζόταν, αλλά η εκπαίδευση ενός αντικαταστάτη σε περίπτωση εναλλαγής προσωπικού χρειάζεται επιπλέον πόρους και προγραμματισμό.

Η διευθύντρια του σχολείου σημείωσε ότι η μεταμόρφωση του προγράμματος είναι δύσκολο να γίνει σε ένα σχολείο ή σε μία τάξη τη φορά. Αναφέρει ότι κάθε εκπαιδευτικός έχει το δικό του «αγαπημένο θέμα». Για παράδειγμα, ένας εκπαιδευτικός θα έχει πάθος για την ηλιακή ενέργεια και ένας άλλος με την προστασία των υδάτων. Σημειώνει επίσης ότι η προώθηση της καινοτομίας εν μέσω εναλλαγών προσωπικού είναι εξαιρετικά δύσκολη.

### **Χρηματοδότηση**

Ο συντονιστής του προγράμματος σπουδών του NSCS υπέβαλε αίτηση και του δόθηκε επιχορήγηση 9.900 δολαρίων από την Υπηρεσία Περιβαλλοντικής Προστασίας (EPA). Πρόσθετες χορηγίες και οικονομική στήριξη, συνολικής αξίας περίπου 24.000 δολαρίων, χορηγήθηκαν από το Υπουργείο Εμπορίου της Μινεσότα, την Minnesota Power, την Great

River Energy and Conservation Technologies. Οι βορειοανατολικές CERT παρείχαν πρόσθετη βοήθεια σε όλο το πρόγραμμα, συμπεριλαμβανομένης βοήθειας για την ανάπτυξη της διδακτέας ύλης.

### **Κοιτάζοντας μπροστά**

Ο υπεύθυνος περιβαλλοντικής εκπαίδευσης του NSCS εργάζεται αυτήν τη στιγμή σε μια ποικιλία περιβαλλοντικών πρωτοβουλιών για τη σχολική τάξη, συμπεριλαμβανομένης της επανέναρξης του προγράμματος ηλιακής εκπαίδευσης και της επαναχρησιμοποίησης ενός σχολικού θερμοκηπίου. Οι γνώσεις, το υλικό και η ικανότητα που χάνονται λόγω της εναλλαγής προσωπικού αποτελούν σημαντικά εμπόδια. Ο διδάσκοντας περιβαλλοντικής αγωγής θα ήθελε να επανεκκινήσει το πρόγραμμα εκπαίδευσης για την ηλιακή ενέργεια, αλλά ο χρόνος είναι περιορισμένος και τα εμπόδια για την ανακατασκευή του προγράμματος σπουδών είναι και πάλι σημαντικά.

Εικόνα 8: **North Shore Community School**



## **Ενότητα 4: Βασικές Αρχές για την Υλοποίηση Έργων ΑΠΕ**

### **4.1 Προσέγγιση**

Η υλοποίηση ενός έργου ανανεώσιμης ενέργειας ακολουθεί πολλά από τα ίδια βήματα με οποιοδήποτε άλλο έργο κτιρίου ή ανακαίνισης. Ορισμένες μοναδικές περιπτώσεις σχεδιασμού και εγκατάστασης απαιτούν, ωστόσο, τη συμμετοχή εξειδικευμένων επαγγελματιών. Τα ακόλουθα βήματα δράσης προϋποθέτουν την ολοκλήρωση των βημάτων δράσης των προηγούμενων ενότητων. Είτε κανείς συνεργαστεί με έναν ανεξάρτητο αξιολογητή, έναν εγκαταστάτη που εκτελεί αξιολογήσεις ή χρησιμοποιήσει μια εταιρεία σχεδιασμού, θα πρέπει υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα που χρησιμεύουν ως βάση για αυτά τα επόμενα βήματα.

#### **Βήμα 1 - Επιλογή Συμβούλων Μελετών (δεν ισχύει για μικρά έργα)**

Ένα έργο ανανεώσιμης ενέργειας πιθανότατα θα απαιτήσει δημόσια διαδικασία υποβολής προσφορών. Μια διαδικασία υποβολής προσφορών χρησιμοποιεί συνήθως μια ομάδα σχεδιασμού αρχιτεκτόνων και μηχανικών για την ανάπτυξη κατασκευαστικών εγγράφων και τη διαχείριση του έργου από την υποβολή προσφορών έως την εγκατάσταση. Εάν το έργο αποτελεί μέρος νέας κατασκευής, ο αρχιτέκτονας και οι σύμβουλοί του θα ενσωματώσουν τα συστήματα ΑΠΕ στο βασικό σύνολο σχεδίων και προδιαγραφών.

## **Βήμα 2 - Ανάπτυξη του Πεδίου Εργασίας**

Η ομάδα του έργου θα συνεργαστεί με το σχολείο, τη διοίκηση και τους επιλεγμένους συμβούλους σχεδιασμού για να καθορίσει τα λεπτομερή χρονοδιαγράμματα σχεδιασμού και κατασκευής του έργου. Η ομάδα έργου θα πρέπει να διασφαλίζει ότι οι στόχοι του έργου και τα ευρήματα της αξιολόγησης ενσωματώνονται στον τελικό σχεδιασμό ή στις προδιαγραφές υποβολής προσφορών.

## **Βήμα 3 - Έκδοση της Προσφοράς**

Με την ολοκλήρωση των κατασκευαστικών εγγράφων, το έργο μπορεί να εισαχθεί σε ένα από τα δημόσια χρηματιστήρια προσφορών. Εάν δεν απαιτείται δημόσιος διαγωνισμός, η ομάδα έργου θα πρέπει να προσπαθήσει να ενθαρρύνει αρκετές ειδικευμένες επιχειρήσεις να υποβάλουν προσφορές.

## **Βήμα 4 - Πρόσληψη του Αναδόχου**

Μόλις ληφθούν οι προσφορές, ο μειοδότης θα πρέπει να θεωρηθεί ότι πληροί την πρόθεση των εγγράφων προσφοράς. Τα προσόντα περιλαμβάνουν τεχνικά καθώς και διοικητικά θέματα (π.χ. ασφάλιση, θετική δράση κ.λπ.).

## **Βήμα 5 - Αρχίζει η Κατασκευή**

Ο ανάδοχος θα κινητοποιηθεί στο εργοτάξιο. Η κατασκευή θα πραγματοποιηθεί σύμφωνα με τα μέτρα που προσδιορίζονται στα κατασκευαστικά έγγραφα. Η ενσωμάτωση εθελοντών και εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων σε αυτή τη φάση θα αυξήσει την προβολή του έργου.

## **Βήμα 6 – Να τεθεί σε Λειτουργία το Σύστημα**

Μόλις ολοκληρωθεί ουσιαστικά η κατασκευή, ο ανάδοχος θα ξεκινήσει τις απαραίτητες δοκιμές για να διαπιστώσει τη λειτουργία του συστήματος και τη συμμόρφωση με τον κώδικα / επιθεώρηση.

## **4.2 Ανάλυση της Προσέγγισης**

### **4.2.1 Βήμα 1 - Επιλογή Συμβούλων Μελετών**

Τα μικρά έργα μπορούν συνήθως να παραλείψουν αυτό το βήμα. Η ομάδα έργου μπορεί να δημιουργήσει ένα απλό πεδίο εφαρμογής σύμφωνα με τους στόχους του έργου, τα αποτελέσματα αξιολόγησης του χώρου και τις απαιτήσεις χρηματοδότησης και να το προσφέρει για προσφορά ή να συνεργαστεί απευθείας με έναν εγκαταστάτη. Οτιδήποτε άλλο εκτός από ένα μικρό έργο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας πιθανότατα θα είναι πάνω από το όριο για δημόσιες διαδικασίες υποβολής προσφορών. Η ανταγωνιστική υποβολή προσφορών απαιτεί τη δημιουργία εγγράφων υποβολής προσφορών. Ακόμη και αν δεν απαιτείται δημόσιος διαγωνισμός, η ομάδα έργου θα πρέπει να ζητήσει περισσότερες από μία εταιρείες για μια πρόταση και εκτίμηση κόστους. Σε ένα μεγαλύτερο έργο, μπορεί κανείς να χρειαστεί να συνάψει σύμβαση για τις εργασίες σχεδιασμού ξεχωριστά από τις κατασκευαστικές εργασίες, καθώς καμία εταιρεία δεν θα δεσμευτεί για εκτίμηση κόστους για ένα μεγάλο έργο χωρίς σαφείς προδιαγραφές. Τα συμβόλαια σχεδιασμού / κατασκευής, συνήθως σε συνδυασμό με μια εγγυημένη μέγιστη τιμή, είναι επίσης καλές επιλογές. Η υποβολή προσφορών είναι σχεδόν πάντα ο καλύτερος τρόπος για να εξασφαλιστεί ένας εξειδικευμένος εγκαταστάτης και μια δίκαιη τιμή. Μια δημόσια διαδικασία υποβολής

προσφορών λειτουργεί καλύτερα όταν υπάρχουν πολλές εταιρείες με την ικανότητα και την εμπειρία να κάνουν τη δουλειά. Η τεχνολογία ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μπορεί να είναι νέα για πολλές καθιερωμένες επιχειρήσεις σε ορισμένες περιοχές του κράτους. Όταν έρχονται αντιμέτωπες με μια άγνωστη τεχνολογία, οι επιχειρήσεις μπορεί ακούσια να υπερτιμήσουν την εργασία τους για να αντισταθμίσουν τον αντιληπτό κίνδυνο. Αντιστρόφως, οι επιχειρήσεις μπορεί να προσφέρουν χαμηλές προσφορές επειδή δεν κατανοούν όλες τις απαιτήσεις. Η σαφής επικοινωνία με τους προσφέροντες είναι απαραίτητη και, ως εκ τούτου, η ανάγκη για προδιαγραφές προσφοράς. Ένας αρχιτέκτονας ή μηχανικός μπορεί να αναπτύξει κατασκευαστικά έγγραφα και να διαχειριστεί το έργο από την υποβολή προσφορών έως την εγκατάσταση και τη θέση σε λειτουργία. Εάν το έργο αποτελεί μέρος νέας κατασκευής, ο αρχιτέκτονας και οι σύμβουλοί του θα ενσωματώσουν τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο βασικό σύνολο σχεδίων και προδιαγραφών. Η ομάδα έργου, ή ο επόπτης του έργου, πρέπει να επιλέξει προσεκτικά τον σύμβουλο σχεδιασμού. Πολλές κατά τα άλλα ικανές εταιρείες σχεδιασμού έχουν ελάχιστη ή καθόλου εμπειρία στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται μπορεί να υπαγορεύσει τον επικεφαλής σύμβουλο σχεδιασμού. Ένα ηλιοθερμικό έργο, για παράδειγμα, θα πρέπει να επιστρατεύσει τις υπηρεσίες ενός μηχανολόγου μηχανικού. Ομοίως, ένα ηλιακό ηλεκτρικό έργο θα πρέπει να χρησιμοποιεί τις υπηρεσίες ηλεκτρολόγων μηχανικών. Όταν τα έργα απαιτούν πολλαπλούς κλάδους, ο επικεφαλής σύμβουλος μπορεί να προσλάβει τον κάθε ειδικό μηχανικό ως υποσύμβουλο. Σε ορισμένες περιπτώσεις, ένας αρχιτέκτονας μπορεί να είναι ο καλύτερος επικεφαλής σύμβουλος. Ένας αρχιτέκτονας είναι κατάλληλος για μεγάλα έργα ή αυτά που είναι ασυνήθιστα περίπλοκα ή έργα με αισθητικές εκτιμήσεις. Θα είναι υπεύθυνοι για τη συγκρότηση της ομάδας δομικών, μηχανολόγων, ηλεκτρολόγων μηχανικών ή άλλων επαγγελματιών που κρίνονται κατάλληλοι. Εάν το έργο είναι νέας κατασκευής και περιλαμβάνει συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ο αρχιτέκτονας του κτιρίου βάσης θα είναι υπεύθυνος για την ενσωμάτωση του συστήματος ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο συνολικό έργο.

#### 4.2.2 Βήμα 2 - Ανάπτυξη του Πεδίου Εργασίας

Η ομάδα του έργου θα συνεργαστεί με τους διαχειριστές εγκαταστάσεων του σχολείου, τους συμβούλους σχεδιασμού και ενδεχομένως άλλους ενδιαφερόμενους για να καθορίσει τον λεπτομερή σχεδιασμό και τα χρονοδιαγράμματα του έργου. Τα έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας περιλαμβάνουν αρχιτεκτονικές, δομικές, μηχανολογικές και ηλεκτρολογικές κτιριακές εκτιμήσεις. Για μικρά έργα, αυτά μπορούν συχνά να ενσωματωθούν σε ένα ενιαίο πεδίο εργασίας από την ομάδα έργου. Για μεγαλύτερα έργα ή για έργα που απαιτούν δημόσιες προσφορές, η αντιμετώπιση αυτών των στοιχείων ως μέρος της διαδικασίας σχεδιασμού θα επιτρέψει την υποβολή προσφορών και την κατασκευή να προχωρήσουν με πολύ μεγαλύτερη ευκολία. Τα παρακάτω συνοψίζουν μερικά από τα σημαντικότερα ζητήματα σχεδιασμού και αποφάσεις που πρέπει να αντιμετωπιστούν στο πεδίο εργασίας για ηλιακά ηλεκτρικά, ηλιοθερμικά και αιολικά ηλεκτρικά συστήματα.

#### **Ηλιακά Ηλεκτρικά Συστήματα**

Μέγεθος του συστήματος σε κιλοβάτ μέγιστης ισχύος (KWP). Αυτό, σε συνδυασμό με τον διαθέσιμο ηλιακό πόρο στην περιοχή σας, θέτει ένα ανώτατο όριο για το πόση ηλεκτρική ενέργεια θα παραχθεί.

*Τύπος και αριθμός φωτοβολταϊκών πάνελ.* Ο τύπος των πάνελ θα καθορίσει πόση από τη χωρητικότητα του συστήματος θα πραγματοποιηθεί και εάν το σύστημα θα είναι υψηλότερο ή χαμηλότερο στο εύρος του τυπικού κόστους. Τα πάνελ πυριτίου μονού κρυστάλλου είναι το βιομηχανικό πρότυπο για χαμηλό κόστος και υψηλή απόδοση, αλλά υπάρχουν και άλλες επιλογές όπως πολυκρυσταλλικό άμορφο πυρίτιο και λεπτό φιλμ που μπορεί να είναι κατάλληλες για την περίπτωσή σας. Η ανάγκη δημιουργίας μιας αποτελεσματικής διάταξης οροφής μπορεί να καθορίσει το φυσικό μέγεθος των πάνελ και τη διάταξη.

*Τοποθέτηση (συμπεριλαμβανομένων συστημάτων ραφιών/συνδέσεων οροφής).* Το σύστημα στήριξης προσανατολίζει τα πάνελ ώστε να συλλαμβάνουν όσο το δυνατόν περισσότερη ηλιακή ενέργεια και να ελαχιστοποιούν τις επιπτώσεις της φόρτωσης του ανέμου, του φορτίου χιονιού και της αισθητικής. Για όλα τα ηλιακά συστήματα στήριξης, ιδιαίτερα τα συστήματα οροφής, το σύστημα προσάρτησης είναι ένα κρίσιμο εξάρτημα. Τα εξαρτήματα συγκρατούν τα πάνελ από φορτία ανέμου και χιονιού, αλλά πρέπει να εγκατασταθούν με τρόπο που να προστατεύει την ακεραιότητα της οροφής.

*Μετατροπείς.* Οι μετατροπείς, οι οποίοι μετατρέπουν το συνεχές ρεύμα (DC) που παράγεται από τους ηλιακούς συλλέκτες στο εναλλασσόμενο ρεύμα (AC) του ηλεκτρικού δικτύου, είναι ένα ακριβό στοιχείο του συστήματος. Οι μετατροπείς είναι επίσης πιο επιρρεπείς σε αστοχία από άλλα εξαρτήματα. Οι διαχειριστές έργων θα πρέπει να κατανοούν και να επαληθεύουν τις εγγυήσεις του κατασκευαστή. Οι μετατροπείς διατίθενται σε μια σειρά μεγεθών και τύπων, από έναν μικρό μικρο-μετατροπέα σε κάθε πάνελ, έως έναν ή περισσότερους μεγάλους κεντρικούς μετατροπείς για πολλαπλά πάνελ. Ο εξοπλισμός παρακολούθησης της απόδοσης θα συνδέεται με τους μετατροπείς και θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για διδασκαλία στην τάξη σχετικά με την ηλεκτρική παραγωγή. Ιδανικά, τα έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας θα πρέπει να περιλαμβάνουν εκπαιδευτικά στοιχεία σχετικά με την παρακολούθηση των επιδόσεων του συστήματος.

*Καλωδίωση.* Ο σχεδιαστής του συστήματος και ο εγκαταστάτης θα κάνουν σχεδιαστικές επιλογές σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο τα πάνελ συνδέονται μεταξύ τους και συνδέονται με τον μετατροπέα. Ο σχεδιασμός καλωδίωσης επηρεάζει την απόδοση του πίνακα, την ποσότητα ενέργειας που χάνεται μέσω της μετάδοσης και το μέγεθος (και το κόστος) του συστήματος καλωδίωσης.

*Σύνδεση δικτύου.* Το πεδίο εργασίας θα πρέπει να καθορίζει τον τρόπο σύνδεσης του συστήματος με το δίκτυο. Το σημείο σύνδεσης απαιτείται συνήθως να βρίσκεται στον κεντρικό ηλεκτρικό πίνακα του κτιρίου και ο Εθνικός Ηλεκτρικός Κώδικας απαιτεί ειδική μεταγωγή και προστασία από υπέρταση.

### **Ηλιακά Θερμικά Συστήματα**

*Μέγεθος του συστήματος.* Το μέγεθος και η απόδοση των ηλιακών θερμικών συστημάτων θα πρέπει να ταιριάζουν με τα φορτία ζεστού νερού ή θέρμανσης χώρου του κτιρίου. Ένα σύστημα που παράγει συνήθως περισσότερη θερμότητα από ότι χρειάζεται δεν είναι μόνο ασύμφορο, αλλά μπορεί να δημιουργήσει «πονοκεφάλους» συντήρησης.



*Τύπος και αριθμός πάνελ.* Δύο τύποι ηλιακών θερμικών συλλεκτών είναι κατάλληλοι, συλλέκτες επίπεδων πλακών και συλλέκτες σωλήνων κενού. Οι επίπεδοι συλλέκτες παράγουν το εύρος θερμοκρασιών που απαιτείται για θέρμανση ζεστού νερού. Οι συλλέκτες σωλήνων κενού είναι πιο αποτελεσματικοί σε ψυχρότερες καιρικές συνθήκες για χρήσεις θέρμανσης χώρου.

*Προστασία από πάγο.* Υπάρχουν δύο κύριες μέθοδοι προστασίας από πάγο και οι δύο έχουν συγκεκριμένες απαιτήσεις. Τα συστήματα που χρησιμοποιούν προπυλενογλυκόλη, ένα αντιψυκτικό κατάλληλο για τρόφιμα, μπορεί να χρειαστούν έναν εναλλάκτη θερμότητας διπλού τοιχώματος που διαχωρίζει το αντιψυκτικό και την παροχή νερού οικιακής χρήσης. Τα συστήματα αποστράγγισης αποστραγγίζουν το υγρό μακριά από τα πάνελ και σε θερμαινόμενο χώρο για να αποφευχθεί η κατάψυξη, αλλά μπορεί επίσης να απαιτούν κάποιο αντιψυκτικό και επομένως έναν εναλλάκτη θερμότητας διπλού τοιχώματος. Τα συστήματα αποστράγγισης έχουν επίσης συγκεκριμένες απαιτήσεις κλίσης για τις σωληνώσεις. Γενικά, μια διαμόρφωση αποστράγγισης είναι προτιμότερη για μεγάλα συστήματα, αλλά η διάταξη του κτιρίου υπαγορεύει μερικές φορές ποιος τύπος συστήματος είναι πιο κατάλληλος.

*Τοποθέτηση (συμπεριλαμβανομένων συστημάτων ραφιών/συνδέσεων οροφής).* Οι ίδιες ανησυχίες που ισχύουν για τους ηλιακούς ηλεκτρικούς συλλέκτες ισχύουν και για τους ηλιακούς θερμικούς συλλέκτες, οι οποίοι συνήθως ζυγίζουν περισσότερο. Οι υψηλές γωνίες κλίσης για την παραγωγή χειμερινής ώρας παράγουν συνήθως υψηλότερα φορτία ανέμου.

*Υδραυλικά και μόνωση.* Όλες οι υδραυλικές εγκαταστάσεις και οι σωληνώσεις πρέπει να σχεδιάζονται προσεκτικά ώστε να ελαχιστοποιείται η άντληση και η απώλεια θερμότητας. Η μόνωση σωλήνων (εξωτερικές διαδρομές σωλήνων) πρέπει να προστατεύεται από τα στοιχεία (ειδικά το ηλιακό φως) και να μπορεί να αντέξει τις θερμοκρασίες του συστήματος. Πρέπει να λαμβάνονται μέτρα για την απομάκρυνση του αέρα από τους σωλήνες και για την αποστράγγιση του συστήματος όταν απαιτείται επισκευή ή συντήρηση.

*Αποθήκευση.* Τα περισσότερα συστήματα περιλαμβάνουν αποθήκευση για τη μεταφορά μέρους της θερμότητας στη διάρκεια της νύχτας ή την επόμενη μέρα. Επί του παρόντος, υπάρχουν δεξαμενές που θα διατηρήσουν τη θερμότητα κατά τη διάρκεια μιας ολόκληρης εβδομάδας. Το νερό είναι συνήθως το μέσο αποθήκευσης. Λόγω του βάρους, η τοποθέτηση της δεξαμενής αποθήκευσης αποτελεί σημαντικό δομικό μέλημα. Μετά τα πάνελ, η δεξαμενή αποθήκευσης μπορεί να είναι το πιο ακριβό εξάρτημα. Σε ορισμένες περιπτώσεις θέρμανσης χώρου και σε πισίνες, δεν απαιτείται δεξαμενή αποθήκευσης.

### **Αιολικά Συστήματα**

*Μέγεθος και τύπος στροβίλου.* Η ανεμογεννήτρια πρέπει να ταιριάζει με το καθεστώς ανέμου και πρέπει να είναι ένα μοντέλο που έχει αποδεδειγμένο ιστορικό. Οι επισκευές περιλαμβάνουν όχι μόνο το κόστος στερέωσης της τουρμπίνας, αλλά και τη χαμένη ηλεκτρική παραγωγή κατά τη διάρκεια του χρόνου διακοπής λειτουργίας και την ανάγκη είτε να ανεβείτε στον πύργο είτε να χαμηλώσετε την τουρμπίνα στο έδαφος. Ένα σημαντικό σημείο αστοχίας είναι το κιβώτιο ταχυτήτων που ρυθμίζει τις στροφές του πτερυγίου ώστε να ταιριάζουν με την τουρμπίνα. Οι τουρμπίνες άμεσης κίνησης, χωρίς κιβώτιο ταχυτήτων για επισκευή, διατίθενται σε μικρότερα μεγέθη και αρχίζουν να αναπτύσσονται σε μεγαλύτερα μεγέθη, αλλά η απόδοση δεν έχει ακόμη αποδειχθεί.



*Πύργος.* Υπάρχουν διάφοροι τύποι πύργων καθώς και συστήματα για την ανύψωση τους. Μετά την εξέταση του αιολικού πόρου και των κοντινών εμποδίων που εμποδίζουν τον άνεμο και προκαλούν αναταράξεις, οι τεχνικές εκτιμήσεις του πύργου περιλαμβάνουν επαρκή χώρο για τον τύπο καλωδίων εάν είναι απαραίτητο, καθώς και αλληλεπιδράσεις εδάφους και θεμελίωσης. Ορισμένα συστήματα «κλίσης» επιτρέπουν την ανύψωση πύργων με οχήματα εδάφους, αλλά οι περισσότεροι πύργοι και τουρμπίνες απαιτούν γερανό για εγκατάσταση. Η συντήρηση στροβίλου απαιτεί είτε εκπαιδευμένο τεχνικό με εξοπλισμό ασφαλείας για να ανέβει στον πύργο είτε μια επίσκεψη επιστροφής με τον γερανό. Εάν απαιτείται γερανός για εγκατάσταση, πρέπει να υπάρχει πρόσβαση στον ιστότοπο για τον βαρύ εξοπλισμό.

*Αντιστροφέας/ηλεκτρονικά ισχύος.* Ορισμένες, αλλά όχι όλες οι ανεμογεννήτριες παράγουν συνεχές ρεύμα και έτσι απαιτούν έναν μετατροπέα παρόμοιο με αυτόν ενός ηλιακού ηλεκτρικού συστήματος. Ορισμένες τουρμπίνες παράγουν εναλλασσόμενο ρεύμα, το οποίο θα απαιτήσει είτε εξωτερικό είτε εσωτερικό κύκλωμα εναλλασσόμενου ρεύματος για να ταιριάζει με την ισχύ και τη συχνότητα στο δίκτυο.

*Καλωδίωση και διασύνδεση.* Όπως και με τα ηλιακά ηλεκτρικά συστήματα, το σημείο σύνδεσης με το δίκτυο βρίσκεται συνήθως στον κύριο ηλεκτρικό πίνακα της εγκατάστασης. Επειδή οι ανεμογεννήτριες βρίσκονται έξω και συνήθως βρίσκονται σε σημαντική απόσταση από το κτίριο, το μήκος και το μέγεθος της διαδρομής καλωδίωσης είναι ένα σημαντικό ζήτημα σχεδιασμού. Σε ορισμένες περιπτώσεις, η σύνδεση με το δίκτυο μπορεί να πραγματοποιηθεί σε εξωτερική τοποθεσία, όπως ο κύριος μετασχηματιστής.

#### 4.2.3 Βήμα 3 - Έκδοση για Υποβολή Προσφορών

Με την ολοκλήρωση των κατασκευαστικών εγγράφων, το έργο μπορεί να εισαχθεί σε δημόσια δημοπράτηση. Εάν δεν απαιτείται δημόσια υποβολή προσφορών, η ομάδα έργου θα πρέπει να ενθαρρύνει τις ειδικευμένες επιχειρήσεις να υποβάλουν προσφορές. Ο σύμβουλος σχεδιασμού συνήθως χειρίζεται τη διαδικασία υποβολής προσφορών, θέτοντας ερωτήσεις και εκδίδοντας προσθήκες όπως απαιτείται για διευκρίνιση. Στα έργα μετασκευής, ενθαρρύνεται ιδιαίτερα η υποχρεωτική υποβολή προσφορών από όλους τους προσφέροντες. Οι σύμβουλοι θα πρέπει να παρακολουθούν στενά τυχόν αποκλίσεις από τις προδιαγραφές προσφοράς που προτείνουν οι προσφέροντες. Οι απαιτήσεις προσόντων του αναδόχου πρέπει να είναι σαφώς καθορισμένες. Η βιομηχανία ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι σχετικά ανώριμη και πολλοί εργολάβοι προσπαθούν να εισέλθουν στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Λόγω της ανωριμότητας του κλάδου, ορισμένες γεωγραφικές περιοχές δεν θα έχουν επιχειρήσεις με εμπειρία στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Καθώς η προσέλκυση μιας μακρινής επιχείρησης μπορεί να προσθέσει σημαντικό κόστος στο έργο, το σχολείο σας μπορεί να χρειαστεί να συνεργαστεί με μια εταιρεία που αναπτύσσει την τεχνογνωσία της. Οι σύμβουλοι σχεδιασμού σας μπορεί να χρειαστεί να πληρωθούν για να καθοδηγήσουν την εργασία. Κάθε κίνδυνος πρέπει να βαρύνει τον ανάδοχο.

#### 4.2.4 Βήμα 4 – Πρόσληψη του Αναδόχου

Αν και δεν θα περάσουν όλα τα έργα από διαδικασία υποβολής προσφορών, τόσο τα μικρά όσο και τα μεγάλα έργα θα πρέπει να συμμετάσχουν σε διαδικασία ελέγχου αναδόχων. Για

τα μικρά έργα, ο έλεγχος των αναδόχων θα ξεκινήσει μόλις προσληφθούν σύμβουλοι ή / και καθοριστεί η χρηματοδότηση του συστήματος. Είναι σύνηθες σε μικρότερα έργα ο εργολάβος και ο πελάτης, στην περίπτωση αυτή το σχολείο, να συνεργάζονται για να αναπτύξουν το πεδίο εργασίας. Για έργα που υποβάλλονται σε διαγωνισμό, η διαδικασία ξεκινά μόλις ληφθούν οι προσφορές. Ο φαινομενικά χαμηλός πλειοδότης θα πρέπει να θεωρηθεί ότι ανταποκρίνεται στην πρόθεση των εγγράφων προσφοράς. Τα προσόντα περιλαμβάνουν τεχνικά καθώς και διοικητικά θέματα (π.χ. ασφάλιση, θετική δράση κ.λπ.). Στη συνέχεια, θα ανατεθεί σύμβαση στον χαμηλότερο υπεύθυνο προσφέροντα. Η ομάδα έργου ή ο ορισθείς αξιολογητής προσφορών πρέπει να διασφαλίσει ότι ο ανάδοχος με τη χαμηλότερη προσφορά είναι κατάλληλος και έχει υποβάλει υπεύθυνη προσφορά. Συχνά το σχολείο έχει προσωπικό που διαχειρίζεται αυστηρά το άνοιγμα προσφορών και διασφαλίζει ότι το πακέτο προσφορών περιέχει την απαιτούμενη τεκμηρίωση, εγγύηση προσφοράς και κατάλληλες υπογραφές. Μετά την αποδοχή των αρχικών εγγράφων, ο προσφέρων θα πρέπει να κληθεί σε συνέντευξη για να επιβεβαιώσει ότι έχει εκπληρώσει την πρόθεση των κατασκευαστικών εγγράφων στην προσφορά του. Ο υπεύθυνος σχεδιαστής θα πρέπει να διεξάγει τη συνέντευξη επιβεβαιώνοντας ότι επιλέχθηκε ο κατάλληλος εξοπλισμός, περιλαμβάνονται συγκεκριμένα στοιχεία πεδίου εφαρμογής μοναδικά για το έργο, αντιμετωπίζονται τυχόν μοναδικά μέτρα διεπαφής κτιρίου, γίνονται κατανοητές οι διαδικασίες εγκατάστασης και μπορεί να τηρηθεί το χρονοδιάγραμμα. Εάν και τα δύο μέρη συμφωνήσουν ότι η προσφορά είναι καλά κατανοητή και πλήρης, η ομάδα σχεδιασμού κάνει μια σύσταση στο σχολείο να αναθέσει η σύμβαση. Θα πρέπει να δοθεί αρκετός χρόνος στο χρονοδιάγραμμα για τις γραφειοκρατικές διαδικασίες. Σε αυτό το σημείο, η επίσημη αίτηση για έγκριση θα πρέπει να αρχίσει να διασφαλίζει ότι η κατασκευή έχει εγκριθεί πριν από την παράδοση του παραγγελθέντος εξοπλισμού. Είναι ευθύνη του εγκαταστάτη να συνεργαστεί με την υπηρεσία ηλεκτρισμού σε μια εφαρμογή διασύνδεσης, εάν υπάρχει, και να εξασφαλίσει όλες τις απαιτούμενες άδειες. Τα χρονοδιαγράμματα πληρωμών πρέπει να διευκρινίζονται σαφώς. Σε ορισμένα έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, το κόστος κεφαλαίου για συγκεκριμένα τμήματα εξοπλισμού αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος του κόστους. Ως αποτέλεσμα, μεγάλα τμήματα του κόστους του έργου ενδέχεται να προκύψουν πριν από την έναρξη της κατασκευής, απαιτώντας χρονοδιαγράμματα προκαταβολής σε ορισμένες περιπτώσεις.

#### 4.2.5 Βήμα 5 - Εκκίνηση της Κατασκευής

Ο ανάδοχος θα κινητοποιηθεί στο εργοτάξιο. Η κατασκευή θα πραγματοποιηθεί σύμφωνα με τα μέτρα που προσδιορίζονται στα κατασκευαστικά έγγραφα. Με ένα καλά προετοιμασμένο σύνολο κατασκευαστικών εγγράφων, η διαδικασία κατασκευής πιθανότατα θα είναι ομαλή και απρόσκοπτη. Ακόμη και με τον καλύτερο σχεδιασμό και τους έμπειρους εργολάβους θα προκύψουν ζητήματα. Η ομάδα σχεδιασμού θα πρέπει να διαχειρίζεται τα ζητήματα πεδίου και να διανέμει διευκρινίσεις πεδίου και να αλλάζει παραγγελίες ανάλογα με τις ανάγκες. Οι υπεύθυνοι του σχολείου θα θέλουν να συντονίσουν τη διεπαφή του συστήματος ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με το κτίριο. Ορισμένες λειτουργίες θα απαιτήσουν διακοπή λειτουργίας των συστημάτων του κτιρίου (π.χ. η σύνδεση ενός ηλιακού ηλεκτρικού συστήματος μπορεί να απαιτήσει διακοπή του ρεύματος σε ολόκληρο το κτίριο) και πρέπει να συντονιστούν με τα σχολικά προγράμματα. Η πρόσβαση στο εργοτάξιο, η

ασφάλεια και η προστασία πρέπει να αντιμετωπιστούν ως μέρος του σχεδίου εργασίας. Επειδή η τεχνολογία ανανεώσιμων πηγών ενέργειας εξακολουθεί να αποτελεί καινοτομία σε ορισμένους τομείς, πιθανότατα θα δοθεί μεγάλη προσοχή στο έργο - ένας ασφαλής χώρος εργασίας θα βοηθήσει στη διατήρηση μιας θετικής δημόσιας εικόνας του έργου. Στην πραγματικότητα, η αρχή της κατασκευής είναι μια καλή στιγμή για να συνεχίσουν να δημιουργούνται διασυνδέσεις με τους ενδιαφερόμενους, ανακοινώνοντας την έναρξη της κατασκευής ή ίσως ακόμη και πραγματοποιώντας μια πρωτοποριακή τελετή. Θα πρέπει να υπάρχει ένας σαφώς προσδιορισμένος εκπρόσωπος του σχολείου για να χειρίζεται την επικοινωνία με τον ανάδοχο. Συνιστάται να καθοριστούν σαφείς οδηγίες για τη διαχείριση αιτημάτων παραγγελίας αλλαγής. Στην ιδανική περίπτωση, οι εθελοντές (από μαθητές και γονείς έως υποστηρικτές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας) θα μπορούσαν να συμπεριληφθούν στη διαδικασία κατασκευής του συστήματος για τη μείωση του κόστους και την ενίσχυση του εκπαιδευτικού οφέλους. Αλλά στις περισσότερες περιπτώσεις, οι κανόνες ασφάλειας στο χώρο εργασίας και τα ζητήματα νομικής ευθύνης θα αποτρέψουν την πρακτική κατασκευαστική εργασία από εθελοντές. Εάν συμβαίνει αυτό, ωστόσο, οι εθελοντές μπορούν ακόμα να συμμετάσχουν. Η προετοιμασία μιας εκπαιδευτικής έκθεσης σχετικά με το έργο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ή μιας δημόσιας παρουσίασης σχετικά με το έργο, μπορεί να είναι ένας πολύ καλός τρόπος για να συμπεριληφθούν ενθουσιώδεις μαθητές και εμπλεκόμενους γονείς.

#### 4.2.6 Βήμα 6 – Ρύθμιση και Εκκίνηση του Συστήματος

Μόλις ολοκληρωθεί ουσιαστικά η κατασκευή, ο ανάδοχος θα ξεκινήσει τις απαραίτητες δοκιμές για να διαπιστώσει τη λειτουργία του συστήματος και τη συμμόρφωση με τις προδιαγραφές / επιθεώρηση. Η εκκίνηση μπορεί να είναι αρκετά απλή ή περίπλοκη. Η ελάχιστη απαίτηση είναι η απαραίτητη επιθεώρηση από την τοπική αρχή που έχει δικαιοδοσία. Μια περαιτέρω ελάχιστη δοκιμή θα απαιτηθεί για τα ηλιακά ηλεκτρικά και αιολικά ηλεκτρικά συστήματα. Το βοηθητικό πρόγραμμα θα απαιτήσει δοκιμή και επιθεώρηση σύνδεσης συστήματος (anti-island). Η θέση σε λειτουργία του συστήματος και η επαλήθευση της λειτουργίας είναι ιδιαίτερα κρίσιμες, δεδομένου ότι υπάρχουν συνήθως εφεδρικά συστήματα (το ηλεκτρικό δίκτυο για αιολικά και ηλιακά ηλεκτρικά συστήματα, εφεδρικά συστήματα θέρμανσης για ηλιοθερμικά). Εάν το σύστημα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας δεν λειτουργήσει, δεν θα παρουσιάσει εμφανή σημάδια αποτυχίας. Τα εφεδρικά συστήματα θα καλύψουν αυτόματα το φορτίο. Τα συστήματα παρακολούθησης που εμφανίζουν την παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας είναι ένα καλό εργαλείο για την πρόληψη αυτής της κατάστασης. Τα αιολικά συστήματα είναι λίγο πιο συγκεκριμένα. Η ηλεκτρική σύνδεση και η σύνδεση κοινής ωφέλειας είναι πολύ παρόμοια με ένα ηλιακό ηλεκτρικό σύστημα. Τέλος, η εκκίνηση του συστήματος θα περιλαμβάνει εκπαίδευση του προσωπικού στη λειτουργία του συστήματος και παράδοση εγχειριδίου ιδιοκτήτη. Η τελική πληρωμή στον ανάδοχο συνδέεται συνήθως με αυτά τα δύο τελευταία στοιχεία.

## Ενότητα 5: Οδηγός για την Κατανόηση των Στόχων για τις ΑΠΕ σε Γυμνάσιο - Λύκειο

### 5.1 Εισαγωγή

Τα συστήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας αποτελούν ισχυρό συμβολισμό της αειφορίας. Η ηλιακή και η αιολική ενέργεια είναι οι πιο δημοφιλείς πηγές ανανεώσιμης ενέργειας στη χώρα μας. Τα συστήματα ηλιακής και αιολικής ενέργειας μπορούν να παρέχουν ηλεκτρική ενέργεια και θερμότητα σε κοινότητες χωρίς ορισμένους από τους κινδύνους για την υγεία, το περιβάλλον και τα οικονομικά που συνδέονται με τα παραδοσιακά καύσιμα. Οι ηλιακοί και αιολικοί πόροι αποτελούν μέρος της τοπικής οικονομίας, που παρέχονται καθημερινά δωρεάν στις κοινότητές μας.

Τα συστήματα ηλιακής και αιολικής ενέργειας μπορούν να ωφελήσουν ένα σχολείο, μια κοινότητα και ολόκληρη την χώρα συμβάλλοντας στην επίτευξη ποικίλων στόχων που περιλαμβάνουν εκπαιδευτικούς στόχους, στόχους ενεργειακού εφοδιασμού και περιβαλλοντικούς στόχους. Αυτός ο οδηγός παρέχει μια πορεία βήμα προς βήμα που βοηθά εκπαιδευτικούς, μαθητές, γονείς και διοικητικούς υπαλλήλους να κατανοήσουν πώς οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας μπορούν να επιτύχουν τους στόχους τους.

#### **Βασικά Ερωτήματα:**

**Γιατί Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας;** Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας προσφέρουν αρκετές ευκαιρίες για να βοηθήσουν τα σχολεία να επιτύχουν τους στόχους. Ωστόσο, όλοι οι στόχοι δεν συμπίπτουν. Τα σχολεία πρέπει να κατανοήσουν τους περιορισμούς των συστημάτων ηλιακής και αιολικής ενέργειας και τα εμπόδια χρήσης τους σε σχολεία. Για το σκοπό αυτό

πρέπει να γίνουν επιλογές και να τεθούν προτεραιότητες. Διαφορετικοί άνθρωποι έχουν διαφορετικά κίνητρα για τη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο σχολείο. Οι υποστηρικτές ενός έργου ανανεώσιμης ενέργειας πρέπει, από τα αρχικά στάδια, να προσδιορίσουν τους στόχους του έργου, προκειμένου να αποφευχθούν οι συγκρούσεις και να διευκολυνθεί η λήψη αποφάσεων.

**Ποιος θα ηγηθεί;** Ένα έργο ανανεώσιμης ενέργειας σε σχολείο δεν ανατίθεται συνήθως σε ένα συγκεκριμένο άτομο. Υπεύθυνοι του έργου ανανεώσιμης ενέργειας είναι οι εκπαιδευτικοί, οι μαθητές, οι γονείς και οι επικεφαλής της κοινότητας. Τα επιτυχημένα έργα έχουν μια βασική ομάδα ατόμων που είναι πρόθυμα να συμμετάσχουν και να αφιερώσουν χρόνο για την οργάνωση του έργου. Ένα έργο ηλιακής ή αιολικής ενέργειας είναι μια εμπειρία μάθησης για τους περισσότερους ανθρώπους, που είναι θετικό σημείο για ένα σχολείο. Η προσέλευση και η οργάνωση των υποστηρικτών είναι ένα από τα πρώτα βήματα για ένα επιτυχημένο ηλιακό ή αιολικό έργο.

**Ποιος είναι υπεύθυνος για τη λήψη αποφάσεων;** Όπως σε όλους τους οργανισμούς, η αρμοδιότητα λήψης αποφάσεων στα σχολεία συνήθως δεν ανήκει μόνο σε ένα μόνο άτομο. Για να εγκατασταθεί με επιτυχία ένα σύστημα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, οι υπεύθυνοι του έργου θα πρέπει να προσδιορίσουν εξ αρχής τους κρίσιμους φορείς λήψης αποφάσεων. Οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων πιθανόν στην αρχή, μπορεί να μην είναι υποστηρικτές του έργου. Η χάραξη της πορείας βήμα προς βήμα μέσω των διαφόρων φορέων λήψης αποφάσεων και η δημιουργία υποστηρικτών μεταξύ των φορέων λήψης αποφάσεων μπορεί να είναι μια δύσκολη διαδικασία.

## 5.2 Περιγραφή των Βημάτων Δράσης

Οι άνθρωποι ενδιαφέρονται για τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για διαφορετικούς λόγους. Είναι σημαντικό να εντοπιστούν τα άτομα που θα είναι σημαντικά για το έργο και να καθοριστεί το πώς οι δεξιότητές τους θα υποστηρίξουν καλύτερα το έργο. Αυτό θα διασφαλίσει έναν σταθερό πόρο, που θα υποστηρίξει όλη τη διαδικασία.

Τα παρακάτω βήματα δράσης συνοψίζουν τον τρόπο οργάνωσης και κατανόησης του συνόλου των στόχων για ένα πετυχημένο έργο ανανεώσιμης ενέργειας.

### Περίληψη των Βημάτων Δράσης σχετικά με την Οργάνωση και την Κατανόηση

#### **Βήμα 1: Προσδιορισμός της ομάδας έργου.**

Για την επιτυχή εγκατάσταση ενός συστήματος ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και τη χρήση του συστήματος στο μέγιστο δυνατό βαθμό, θα πρέπει να ολοκληρωθεί ένας αριθμός εργασιών και αποφάσεων. Με τη δημιουργία μιας ομάδας υποστηρικτών, το έργο έχει πολλά χέρια για να ολοκληρώσει πολλές εργασίες και να αξιοποιήσει πολλαπλές προοπτικές.

#### **Βήμα 2: Προσδιορισμός των στόχων του έργου.**

Ακόμη και οι αρχικές αποφάσεις θα διαφέρουν, ανάλογα με τις ομάδες έργου και τους στόχους του σχολείου. Η εγκατάσταση ενός συστήματος ανανεώσιμων πηγών ενέργειας δεν

είναι αυτοσκοπός, αλλά μέσο για την επίτευξη ενός στόχου. Η σαφήνεια σχετικά με τους στόχους του έργου θα επιτρέψει τη λήψη ορθών αποφάσεων για όλα τα επόμενα βήματα.

### **Βήμα 3: Αξιολόγηση ευκαιριών και περιορισμών.**

Πριν προχωρήσει το έργο, η ομάδα έργου πρέπει να κατανοήσει τις ευκαιρίες και τους περιορισμούς των πόρων και των τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η γνώση των βασικών στοιχείων θα αποφύγει τη σπατάλη χρόνου στον σχεδιασμό εφαρμογών που δεν έχουν νόημα για την κατάσταση του σχολείου και τους στόχους του έργου.

### **Βήμα 4: Προσδιορισμός των ενδιαφερομένων μερών και των φορέων λήψης αποφάσεων.**

Το έργο θα χρειαστεί την έγκριση αρκετών ατόμων. Ορισμένοι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων πιθανόν να μην είναι υπέρμαχοι του έργου. Προσδιορισμός των υπεύθυνων λήψης αποφάσεων και τους κρίσιμους ενδιαφερόμενους, ώστε η ομάδα έργου να αρχίσει να συνεργάζεται μαζί τους το συντομότερο δυνατό.

## **5.3 Ανάλυση των Βημάτων Δράσης**

Ένα επιτυχημένο έργο ανανεώσιμης ενέργειας πρέπει να εμπλέκει τους ενδιαφερόμενους φορείς στην οργανωτική δομή του σχολείου και της κοινότητας. Ένα επιτυχημένο έργο είναι αυτό στο οποίο εμπλέκονται ανθρωπίνι πόροι για τη δημιουργία ενός σταθερού σχεδίου.

### **Βήμα 1: Προσδιορισμός της ομάδας έργου**

Η εγκατάσταση ενός συστήματος ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε ένα σχολείο απαιτεί σημαντική προσπάθεια από πολλούς ανθρώπους. Η δημιουργία μιας ομάδας έργου από αφοσιωμένους υποστηρικτές θα επιτρέψει την διάδοση της προσπάθειας, θα επενδύσει περισσότερους ανθρώπους στο έργο και θα φέρει πολλαπλές δεξιότητες στο τραπέζι. Οι μαθητές μπορούν να διαδραματίσουν κρίσιμο ρόλο στην εξασφάλιση της έγκρισης του έργου, της χρηματοδότησης και της προσοχής των μέσων ενημέρωσης.

Όταν προσδιορίζετε την ομάδα έργου σας, αναζητήστε ανθρώπους που είναι πρόθυμοι να εργαστούν. Οι καθηγητές, οι μαθητές και οι γονείς είναι προφανείς υποψήφιοι, αλλά μπορούν να συμμετάσχουν άτομα και εκτός του σχολείου. Ορισμένα σχολεία έχουν συμπεριλάβει υποστηρικτές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας από τοπικές περιβαλλοντικές ομάδες ή υπαλλήλους τοπικών υπηρεσιών κοινής ωφέλειας. Η προσέγγιση και η συμμετοχή της τοπικής κοινότητας μπορεί να έχει πολλά θετικά αποτελέσματα.

Η πιο σημαντική ιδιότητα των υποψηφίων για την ομάδα έργου είναι οι άνθρωποι που έχουν κίνητρο να βοηθήσουν το σχολείο να εγκαταστήσει ένα σύστημα ανανεώσιμης ενέργειας. Μια άλλη σημαντική ιδιότητα είναι να επιλεγούν άτομα που συνεργάζονται καλά σε ομάδες. Θα υπάρξουν πολλές διαφορετικές ομάδες που θα πρέπει να αλληλεπιδράσουν και θα χρειαστείτε μια ομάδα ανθρώπων που αναγνωρίζει τη σημασία της συνεργασίας.

### **Βήμα 2: Προσδιορισμός των στόχων του έργου**

Ένα επιτυχημένο έργο θα έχει σαφώς προσδιορισμένους στόχους. Μετά τη σύσταση της ομάδας έργου, η ομάδα πρέπει να εξετάσει το ερώτημα, «Τι περιμένουμε να επιτύχουμε από την εγκατάσταση ενός συστήματος ανανεώσιμων πηγών ενέργειας;». Μπορεί να υπάρχει η αντίληψη ότι όλοι οι ενδιαφερόμενοι για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχουν τους ίδιους στόχους στο μυαλό τους, αλλά κάτι τέτοιο δεν ισχύει γενικά. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορούν να βοηθήσουν στην επίτευξη μιας μεγάλης ποικιλίας στόχων. Διαφορετικοί στόχοι θα οδηγήσουν, ωστόσο, σε διαφορετικές προτεραιότητες όσον αφορά το μέγεθος του συστήματος, τις προτεραιότητες χρηματοδότησης, τους κατάλληλους ενδιαφερόμενους και φορείς λήψης αποφάσεων και ακόμη και στο κατά πόσον οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι η καλύτερη οδός για την επίτευξη των στόχων του σχολείου σας.

**Θέσπιση στόχων.** Ένα σύστημα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μπορεί να συμβάλει στην επίτευξη ποικίλων στόχων. Ωστόσο, οι διαφορετικοί στόχοι του έργου θα οδηγήσουν σε διαφορετικές επιλογές σχετικά με το είδος του συστήματος που είναι το καλύτερο, τον τρόπο διαμόρφωσης του συστήματος εντός του σχολικού χώρου, τον τύπο του συστήματος ανανεώσιμης ενέργειας που θα εγκατασταθεί, τον τρόπο με τον οποίο τα περιορισμένα χρήματα διατίθενται και άλλες αποφάσεις που πρέπει να ληφθούν.

Για παράδειγμα, η εστίαση στην παροχή εκπαιδευτικών ευκαιριών για τους μαθητές και την κοινότητα σημαίνει ότι η ανάπτυξη και η διαχείριση του συστήματος ανανεώσιμης ενέργειας θα πρέπει να μεγιστοποιεί τη συμμετοχή των μαθητών και των μελών της κοινότητας. Ένα μικρό σύστημα που είναι φυσικά προσβάσιμο μπορεί πιο εύκολα να καλύψει αυτή την ανάγκη από ένα μεγάλο ηλιακό σύστημα τοποθετημένο στην οροφή κτιρίου ή μια ανεμογεννήτρια σε πυλώνα 120 ποδιών. Αντίθετα, ο στόχος της μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα οδηγεί σε ένα έργο όπου το σύστημα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας θα πρέπει να μεγιστοποιεί την παραγωγή χρήσιμης ενέργειας, ακόμη και αν το αποτέλεσμα είναι ότι οι μαθητές έχουν λιγότερη πρόσβαση στο σύστημα ή λιγότερες ευκαιρίες συμμετοχής στο σχεδιασμό, την εγκατάσταση και τη λειτουργία.

Αρκετές φορές, ένα έργο ανανεώσιμης ενέργειας σε ένα σχολικό περιβάλλον ξεκινά με την ιδέα ή το όραμα ενός ατόμου με επιρροή (μέλος του διοικητικού συμβουλίου ή δάσκαλος) ή μιας ομάδας (ενθουσιώδεις μαθητές). Σε αυτή την περίπτωση, η ομάδα έργου μπορεί να κάνει μια υπόθεση σχετικά με το είδος του πόρου και της τεχνολογίας που θα προτιμηθεί στο έργο («Θέλουμε μια ανεμογεννήτρια!»).

Σε άλλες περιπτώσεις, οι ιδιαίτερα υψηλές τιμές των υπηρεσιών κοινής ωφέλειας σε μια περιοχή (ηλεκτρική ενέργεια, για παράδειγμα) ή οι αβέβαιες τιμές του φυσικού αερίου μπορεί να καθοδηγήσουν τις επιλογές της τεχνολογίας ή των πόρων: ηλιακή ή αιολική ενέργεια για την ηλεκτρική ενέργεια, ηλιοθερμική ενέργεια για το φυσικό αέριο. Ένα αγροτικό σχολείο ή ένα σχολείο μικρής πόλης που χρησιμοποιεί προπάνιο για ζεστό νερό χρήσης και θέρμανση χώρων μπορεί να έχει ιδιαίτερο κίνητρο να εξετάσει την ηλιοθερμική ενέργεια.

Παραδείγματα διαφορετικών στόχων περιλαμβάνουν:

- **Επίδειξη βιωσιμότητας.** Καθορισμός ποσοστού στόχου για την απόκτηση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Τα πρότυπα παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές μπορούν να ποικίλουν, από ένα κτίριο με καθαρή μηδενική κατανάλωση ενέργειας (που συνήθως



απαιτείται σε νέα κτίρια) έως ένα μικρό ποσοστό όπως το 5% της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.

- **Ενεργειακή ανεξαρτησία.** Η παραγωγή μιας τοπικής πηγής ενέργειας δίνει στην πόλη μεγαλύτερη ενεργειακή ανεξαρτησία.
- **Εκπαίδευση των μαθητών και της κοινότητας.** Παροχή πρακτικής εκπαιδευτικής εμπειρίας στους μαθητές και τα μέλη της κοινότητας σχετικά με τις δυνατότητες των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και τις τεχνολογίες.
- **Σταθεροποίηση του ενεργειακού κόστους.** Το κόστος των παραδοσιακών καυσίμων είναι ευμετάβλητο. Η παροχή ενός προβλέψιμου κόστους καυσίμου θα διευκολύνει τον προϋπολογισμό για το μέλλον.
- **Μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.** Μείωση των ρύπων από τεχνολογίες καύσης ορυκτών καυσίμων που προκαλούν άσθμα και άλλες ασθένειες που σχετίζονται με την αναπνοή.
- **Επίτευξη των στόχων για το κλίμα.** Μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα για να βοηθήσει τον Δήμο να επιτύχει τον στόχο του για μείωση του διοξειδίου του άνθρακα κατά 25% έως το 2025 και κατά 80% έως το 2050.
- **Μείωση του ενεργειακού κόστους του σχολείου.** Τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αντικαθιστούν την ενέργεια που αγοράζεται από τις επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας, μειώνοντας το κόστος.

Εξέταση σχετικά με το εάν η επένδυση σε ένα σύστημα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι η πιο απλή οδός για την επίτευξη στόχων. Εάν η μείωση των δαπανών ενέργειας είναι ο πρωταρχικός στόχος του έργου, οι επενδύσεις στην Ενεργειακή Απόδοση αποτελούν σχεδόν σίγουρα την καλύτερη επιλογή από ότι οι επενδύσεις σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας θα μειώσουν το ενεργειακό κόστος του σχολείου, αλλά η μείωση του κόστους θα πρέπει να αντιμετωπίζεται ως παρεπόμενο όφελος που προσθέτει αξία στο έργο και όχι ως πρωταρχικός στόχος του έργου. Οι διαχειριστές του έργου θα πρέπει να αναγνωρίζουν ότι η επένδυση στην ενεργειακή απόδοση είναι σχεδόν πάντα η πιο αποδοτική και συντομότερη οδός για τη μείωση των λογαριασμών ενέργειας. Ο συνδυασμός της Ενεργειακής Απόδοσης και των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας είναι μια ουσιαστική και ιδιαίτερα συνιστώμενη στρατηγική.

**Ορισμός κριτηρίων.** Αφού αποφασιστεί η αποστολή ή οι στόχοι του έργου, προσδιορίζεται ο τρόπος «μέτρησης» της επιτυχίας. Επιλογή κριτηρίων που μπορούν να παρακολουθούνται με σαφήνεια. Για παράδειγμα, ένας στόχος έργου μπορεί να είναι η βελτίωση της βιωσιμότητας του σχολείου με την παροχή του 20% της ενέργειας του σχολείου από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (πρότυπο παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές). Αυτός ο στόχος έχει αυτονόητα κριτήρια: προσδιορισμός της ενεργειακής κατανάλωσης του σχολείου, μέτρηση της παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και σύγκριση των δύο.

Ένας εκπαιδευτικός στόχος, όπως η παροχή μιας πρακτικής μεθόδου για την εκπαίδευση των μαθητών σχετικά με την ενεργειακή τεχνολογία, είναι ένας αόριστος στόχος για τη μέτρηση. Τα κριτήρια μπορούν να περιλαμβάνουν τον αριθμό των μαθημάτων που προσφέρονται στους μαθητές σχετικά με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, τον αριθμό των μαθημάτων που



περιλαμβάνουν εργαστήρια με χρήση του συστήματος ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ή άλλες μετρήσεις εκπαιδευτικών δράσεων.

Όταν καθοριστούν οι στόχοι και τα κριτήρια, το επόμενο βήμα θα είναι να εξεταστεί ποιος τύπος συστήματος ανανεώσιμων πηγών ενέργειας θα εκπληρώσει καλύτερα τους στόχους. Η επιλογή ενός ανανεώσιμου πόρου και μιας τεχνολογίας ανανεώσιμης ενέργειας θα απαιτήσει συστηματική αξιολόγηση. Στο επόμενο βήμα η ομάδα έργου θα συνδέσει τους στόχους με συγκεκριμένους πόρους ή τεχνολογίες και θα προετοιμάσει το έδαφος για την αξιολόγηση του χώρου.

### **Βήμα 3: Αξιολόγηση ευκαιριών και περιορισμών**

Οι ευκαιρίες και οι περιορισμοί για το έργο επικεντρώνονται αρχικά σε δύο πτυχές των συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας:

1. Η διαθεσιμότητα των ηλιακών ή αιολικών πόρων.
2. Τα χαρακτηριστικά των διαφόρων τεχνολογιών ανανεώσιμης ενέργειας.

**Κατανόηση του πόρου.** Η ηλιακή και η αιολική ενέργεια βρίσκονται παντού. Ωστόσο, για να αξιοποιηθεί ο πόρος (ήλιος, άνεμος) θα πρέπει να υπάρχει επαρκές δυναμικό, ώστε να λειτουργήσει η τεχνολογία ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η κατανόηση της φύσης του πόρου είναι ζωτικής σημασίας για τη λήψη ορθών αποφάσεων σχετικά με την επένδυση στον πόρο. Τα συστήματα ηλιακής ενέργειας απαιτούν ανεμπόδιστη, μη σκιασμένη πρόσβαση στον ήλιο για αρκετές ώρες της ημέρας σε όλες τις εποχές του έτους. Τα συστήματα αιολικής ενέργειας χρειάζονται μια σταθερή πηγή ανέμου και όχι θυελλώδη ή διακοπτόμενο άνεμο, που δεν εμποδίζεται από κτίρια ή δέντρα.

Ωστόσο, οι αξιοποιήσιμοι αιολικοί πόροι δεν είναι σχεδόν τόσο κοινοί όσο οι ηλιακοί πόροι. Οι καλύτεροι αιολικοί πόροι βρίσκονται σε περιοχές με υψηλά λιβάδια εκτός αστικών περιοχών. Πολύ λίγες ευκαιρίες για αιολική ενέργεια μπορούν να βρεθούν σε μητροπολιτικές περιοχές.

**Κατανόηση των τεχνολογιών.** Οι τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μιας πόλης μπορεί να περιλαμβάνουν την ηλιακή ηλεκτρική ενέργεια (φωτοβολταϊκά), την ηλιακή θέρμανση νερού, την ηλιακή θέρμανση χώρου και την αιολική ηλεκτρική ενέργεια. Κάθε μία από αυτές τις τεχνολογίες έχει δυνατότητες αλλά και περιορισμούς. Σημαντικά ζητήματα είναι η απόδοση στη μετατροπή της ενέργειας, η κλιμάκωση του κόστους, το είδος της παραγόμενης ενέργειας και η συμβατότητα με τις σχολικές εγκαταστάσεις.

Για παράδειγμα, οι ανεμογεννήτριες απαιτούν συνήθως έναν πυλώνα ύψους 100 ποδιών, τουλάχιστον, προκειμένου να αξιοποιηθεί ουσιαστικά ο πόρος. Το κόστος του πυλώνα συνήθως σημαίνει ότι το συνολικό κόστος του έργου δεν μπορεί να μειωθεί τόσο εύκολα όσο ένα ηλιακό σύστημα. Επιπλέον, η αξιολόγηση και μόνο του κατά πόσον υπάρχει αιολικός πόρος μπορεί να απαιτήσει χρόνο και χρήμα.

Η τεχνολογία αιολικής ενέργειας είναι, ωστόσο, αποτελεσματική στη μετατροπή του πόρου σε αξιοποιήσιμη ενέργεια. Ενώ τα έργα αιολικής ενέργειας τείνουν να έχουν υψηλότερη τιμή

από τα ηλιακά, τα έργα αιολικής ενέργειας παράγουν επίσης πολύ περισσότερη ενέργεια σε σχέση με το κόστος. Εάν το σχολείο διαθέτει έναν σημαντικό αιολικό πόρο, η αιολική ενέργεια θα παρουσιάσει καλύτερη οικονομική εικόνα από την ηλιακή.

Τα έργα ηλιακής ενέργειας είναι πολύ πιο οικονομικά επεκτάσιμα από τα αιολικά έργα. Για ορισμένους στόχους έργου, το μέγεθος του συστήματος ή η ποσότητα της παραγόμενης ενέργειας δεν είναι σημαντικά. Ένα μικρό ηλιακό σύστημα είναι, για παράδειγμα, εξίσου πολύτιμο με ένα μεγάλο σύστημα, αν ο στόχος είναι να εγκατασταθεί ένα λειτουργικό παράδειγμα, το οποίο θα ενσωματωθεί στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα σπουδών για τους μαθητές. Ένα μικρό σύστημα μπορεί, επιπλέον, να επεκταθεί σταδιακά με την πάροδο των ετών για να παράγει περισσότερη ενέργεια και να παρέχει μια ευκαιρία μάθησης στους μελλοντικούς μαθητές.

Τα συστήματα ηλιακής ενέργειας διατίθενται σε τρεις τύπους: φωτοβολταϊκά, ηλιακά θερμικά συστήματα για ζεστό νερό χρήσης και ηλιακά συστήματα για θέρμανση χώρου. Τα φωτοβολταϊκά παράγουν ηλεκτρική ενέργεια, τα ηλιακά θερμικά παράγουν ζεστό νερό και θέρμανση αέρα. Τα μέλη της ομάδας έργου θα πρέπει να έχουν αρκετές γνώσεις για τις διαφορές μεταξύ αυτών των τεχνολογιών κατά τη διαδικασία αξιολόγησης.

**Συνδυασμός Ενεργειακής Απόδοσης και Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.** Ένα σύστημα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας αποτελεί ένα δελεαστικό στόχο. Κάποιοι, ωστόσο, επισημαίνουν ότι η οικονομικά σωστή επιλογή είναι η επίσπευση της ενεργειακής απόδοσης, καθώς η οικονομική απόδοση είναι σχεδόν πάντα προτιμότερη από τις επενδύσεις σε νέες πηγές ενέργειας. Οι οικονομικοί στόχοι πράγματι προβάλλουν την ενεργειακή απόδοση ως την πρώτη και πιο διαδεδομένη επιλογή επένδυσης εγκαταστάσεων.

Ωστόσο, ο συνδυασμός της ενεργειακής απόδοσης και των επενδύσεων σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας προσθέτει αξία και στις δύο επενδύσεις. Για παράδειγμα, ένα σχολείο που θέτει, ως στόχο, ένα πρότυπο ανανεώσιμης ενέργειας (στόχος για παραγωγή ενός συγκεκριμένου ποσοστού της ενέργειας κατανάλωσης του σχολείου από ανανεώσιμες πηγές) μπορεί να επιτύχει τον στόχο πολύ πιο εύκολα με επενδύσεις στην ενεργειακή απόδοση. Το πρότυπο μπορεί να επιτευχθεί μέσω δράσεων τόσο στην πλευρά της ζήτησης όσο και στην πλευρά της προσφοράς της εξίσωσης. Με τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας η παραγωγή αυξάνει το ποσοστό της επί του συνόλου.

Το σχολείο θα πρέπει να αξιολογήσει προσεκτικά τις ευκαιρίες ενεργειακής απόδοσης ως μέρος του έργου ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

#### **Βήμα 4: Προσδιορισμός των υπευθύνων λήψης αποφάσεων και των ενδιαφερομένων μερών**

Αφού καταρτιστεί το αρχικό σχέδιο, θα πρέπει να εντοπιστούν άλλοι σημαντικοί ενδιαφερόμενοι και φορείς λήψης αποφάσεων. Άτομα εκτός από εκείνα που ανήκουν στην ομάδα έργου θα πρέπει να σταθμίσουν τις αποφάσεις. Αυτό θα μπορούσε να περιλαμβάνει τον διευθυντή, τους επιθεωρητές, τον υπεύθυνο εγκαταστάσεων του κτιρίου, τους εκπαιδευτικούς, τους μαθητές, τους γονείς, το σχολικό συμβούλιο, τα γραφεία αδειοδότησης και τους επικεφαλής της κοινότητας. Η ομάδα έργου θα πρέπει να θέσει διάφορες

συγκεκριμένες ερωτήσεις, όπως π.χ. ποιες άδειες απαιτούνται από μη μέλη της ομάδας έργου, ποιοι είναι οι στόχοι ή τα κίνητρα που θα κατευθύνουν τις αποφάσεις, ποιοι θα είναι οι ρόλοι των ενδιαφερομένων και πως μπορούν να βοηθήσουν.

**Εξέταση πιθανής δημιουργίας συμβουλευτικής ομάδας.** Η δημιουργία μιας συμβουλευτικής ομάδας, ξεχωριστής από την ομάδα έργου, θα βοηθήσει στην καθοδήγηση του σχολείου κατά τη διαδικασία επιλογής ενός συστήματος ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ιδανικά, η ομάδα αυτή θα πρέπει να αποτελείται από πέντε ή έξι άτομα που είναι γνώστες των διαδικασιών που θα έχει το έργο, συμπεριλαμβανομένων των αδειών, των οικονομικών, της υλικοτεχνικής υποδομής και του προγράμματος σπουδών. Η δημιουργία μιας συμβουλευτικής ομάδας θα συμβάλει στην ένταξη όλων των μερών που τελικά θα εμπλακούν και θα επιτρέψει την ανάδειξη θεμάτων στην αρχή της διαδικασίας. Η ομάδα αυτή θα συνεδριάζει λιγότερο συχνά από την ομάδα έργου, αλλά θα πρέπει να συμμετέχει περισσότερο όταν πρέπει να ληφθούν σημαντικές αποφάσεις. Στην παρακάτω μελέτη περίπτωσης παρουσιάζεται η σημασία του εντοπισμού και της εμπλοκής των ενδιαφερομένων μερών.

## 5.4 Μελέτες Περίπτωσης

### 5.4.1 Μελέτη περίπτωσης: ΑΠΕ σε Δημοτικό Σχολείο στη Μινεσότα

**Τύπος ανανεώσιμου έργου:** Ηλιακό ηλεκτρικό σύστημα

#### Περιγραφή

Το 2010, εγκαταστάθηκε μια φωτοβολταϊκή συστοιχία ισχύος 1,61 kW στο δημοτικό σχολείο Lowell των δημόσιων σχολείων του Duluth στη Μινεσότα. Υπάρχουν επτά μονάδες 230 watt συνδεδεμένες με μικρο-αντιστροφείς.

#### Στόχοι του έργου

Ο πρωταρχικός στόχος του έργου ήταν η δημιουργία ενός εργαλείου μάθησης για να μάθουν οι μαθητές για την ανανεώσιμη ηλιακή ενέργεια. Το έργο αποτελεί επίσης μέρος μιας ευρύτερης αποστολής του προγράμματος Sustainable Duluth Public Schools (SDPS) των δημόσιων σχολείων του Duluth. Στόχος του προγράμματος SDPS είναι να καταστήσει τα δημόσια σχολεία του Duluth ως την πιο πράσινη σχολική περιφέρεια της χώρας. Η περιφέρεια έχει στόχο αρκετά από τα σχολικά της κτίρια να πληρούν τα πρότυπα LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) και να ενσωματώσει πρακτικές ενεργειακής απόδοσης σε αρκετά άλλα.

**Εικόνα 9: Εγκατάσταση Φ/Β Πάνελ στο Δημοτικό Σχολείο Lowell**



### **Ιστορικό**

Το SDPS ξεκίνησε τον Ιανουάριο του 2008, όταν μια ομάδα προσωπικού και μαθητών του σχολείου ξεκίνησε τον οργανωτικό σχεδιασμό. Μια από τις πρώτες ιδέες ήταν να τοποθετηθεί μια ηλιακή συστοιχία σε ένα από τα σχολεία της περιοχής. Το έργο ήταν αποτέλεσμα μιας συνεργασίας με τα δημόσια σχολεία του Duluth και το Earth Day Network. Το Earth Day Network είναι ένας μη κερδοσκοπικός οργανισμός με έδρα την Ουάσινγκτον, ο οποίος ιδρύθηκε για να διευρύνει και να διαφοροποιήσει το περιβαλλοντικό κίνημα παγκοσμίως και να προωθήσει ένα υγιές βιώσιμο περιβάλλον. Το Earth Day Network έχει μια εκστρατεία για πράσινα σχολεία, που στοχεύει στη δημιουργία υγιεινών, ενεργειακά αποδοτικών και βιώσιμων περιβαλλόντων μάθησης σε όλη τη χώρα.

### **Διαδικασία - Εμπλοκή κρίσιμων ενδιαφερομένων μερών**

Η ομάδα του έργου SDPS συναντιόταν τακτικά για πάνω από ένα χρόνο και εργαζόταν για το έργο των ηλιακών συλλεκτών. Έπρεπε να αντιμετωπίσουν πολλά ζητήματα που σχετίζονται με το έργο, όπως η εκτέλεση του έργου μέσω του αρμόδιου τμήματος του σχολείου, η ικανοποίηση των απαιτήσεων των διαχειριστών του κτιρίου και η εξακρίβωση των απαιτήσεων αδειοδότησης και επιθεώρησης. Ο επικεφαλής της ομάδας SDPS, ο διευθυντής δραστηριοτήτων στο East High School, σημείωσε ότι ένα από τα κύρια διδάγματα που αποκόμισε ήταν ότι πολλοί άνθρωποι πρέπει να ενημερώνονται κατά τη διάρκεια της όλης διαδικασίας. Πολλοί άνθρωποι επηρεάζονται από το νέο σύστημα όσον αφορά τις αποφάσεις που πρέπει να ληφθούν και τις αλλαγές στις αρμοδιότητες. Όλοι αυτοί οι άνθρωποι πρέπει να ενημερώνονται και να τους παρέχεται η δυνατότητα να διατυπώνουν παρατηρήσεις κατά τη διάρκεια της διαδικασίας.

### **Χρηματοδότηση**

Η κύρια πηγή χρηματοδότησης ήταν μια επιχορήγηση ύψους 15.000 δολαρίων από το Earth Day Network και το University of Phoenix.

### **Εκπαιδευτικά οφέλη του συστήματος**

Όλα τα σχολεία της περιφέρειας μπορούν να κατεβάσουν πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο σχετικά με την ενέργεια που παράγεται και τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από το σύστημα. Τα συστήματα παρακολούθησης και αναφοράς δείχνουν ότι μετά από μερικούς

μήνες, το σύστημα είχε παράγει 744 kWh ηλεκτρικής ενέργειας, ή αρκετή ενέργεια για 25 σπίτια για μία ημέρα.

### **Ενεργειακή Απόδοση**

Τα σχέδια του προγράμματος SDPS περιλαμβάνουν επίσης την εφαρμογή μιας σειράς ενεργειακά αποδοτικών και βιώσιμων πρακτικών. Ορισμένοι από τους μελλοντικούς στόχους περιλαμβάνουν:

- Αγορά συσκευών με την σήμανση Energy Star αντί των φθηνότερων διαθέσιμων.
- Μετατροπή του στόλου οχημάτων της περιφέρειας με επιλογές με ουδέτερο ισοζύγιο άνθρακα.
- Συστήματα συγκράτησης για τη συλλογή βρόχινου νερού στα φυτά των σχολείων.
- Ενεργειακά Αποδοτικά παράθυρα.

### **Μελλοντικές εκτιμήσεις**

Το πρόγραμμα SDPS αποτελείται πλέον από πολλούς μαθητές, καθηγητές, μέλη της διοίκησης και της κοινότητας και συνεδριάζει τακτικά καθ' όλη τη διάρκεια του σχολικού έτους και καταρτίζει ένα ολοκληρωμένο στρατηγικό σχέδιο βιωσιμότητας, το οποίο θα επιτρέψει στην περιφέρεια να λειτουργεί πιο αποτελεσματικά. Η ομάδα θα ήθελε να πραγματοποιήσει ένα πολύ μεγαλύτερο έργο ανανεώσιμης ενέργειας στο μέλλον, αλλά πιστεύει ότι κάποιες τυποποιημένες κατευθυντήριες γραμμές θα ήταν πολύ χρήσιμες για την επίτευξη ενός τέτοιου στόχου, καθώς το συγκεκριμένο έργο συνάντησε πολλά εμπόδια.

## **5.4.2 Μελέτη Περίπτωσης: ΑΠΕ σε Δημόσια Κτίρια στη Μινεάπολη**

**Τύπος ανανεώσιμου έργου:** Ηλιακό ηλεκτρικό σύστημα

### **Περιγραφή**

Το φθινόπωρο του 2010, τέσσερις ηλιακές συστοιχίες των 5 kW εγκαταστάθηκαν σε τέσσερα σχολεία της Μινεάπολης. Οι εγκαταστάσεις ήταν μέρος μιας επιχορήγησης που δόθηκε στα δημόσια σχολεία της Μινεάπολης από το πρόγραμμα National Energy Education Development (NEED), το οποίο με τη σειρά του χρηματοδοτήθηκε για το έργο αυτό από το Ίδρυμα WalMart.

### **Στόχοι του έργου**

Διάφοροι οργανισμοί, συμπεριλαμβανομένων των Δημόσιων Σχολείων της Μινεάπολης, του έργου NEED και του Ιδρύματος WalMart, είχαν στόχους για το έργο, που δεν ήταν όλοι ίδιοι. Το έργο NEED αποσκοπεί κυρίως στην παροχή εκπαίδευσης σε μαθητές σχετικά με την ηλιακή ενέργεια μέσω ενός συνδυασμού συστημάτων επίδειξης και κατάρτισης εκπαιδευτικών. Τα Δημόσια Σχολεία της Μινεάπολης μοιράστηκαν αυτόν τον στόχο, αλλά το προσωπικό ανέλαβε δράσεις για επενδύσεις που βελτιώνουν τη βιωσιμότητα της Περιοχής. Τα Δημόσια Σχολεία της Μινεάπολης προσέλαβαν έναν πράσινο συντονιστή το 2008, ο οποίος εργάζεται σε διάφορους διοικητικούς τομείς για την επίτευξη των στόχων βιωσιμότητας. Ένα μέλος του προσωπικού δήλωσε ότι η απόφαση του Σχολικού Συμβουλίου

να δεσμευτεί για την περιβαλλοντική βιωσιμότητα άλλαξε την κατάσταση, καθώς πριν από αυτό δεν είχε ληφθεί μια οργανωμένη προσέγγιση.

**Εικόνα 10: Εκπρόσωποι από τα Δημόσια Σχολεία της Μινεάπολης, την Κομητεία Hennepin, το Walmart, το Πρόγραμμα NEED και Εγκαταστάτες γιορτάζουν την εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών στο Δημοτικό Σχολείο Pillsbury.**



### **Ιστορικό**

Τα σχολεία της Μινεάπολης ήρθαν σε επαφή με το Ίδρυμα για την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση (FEE) το 2010 για να μάθουν εάν η περιφέρεια θα ενδιαφερόταν να συμμετάσχει σε ένα πρόγραμμα εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών σε 20 σχολεία από πέντε πόλεις των ΗΠΑ, με τη Μινεάπολη να είναι μία από τις επιλεγμένες πόλεις. Τα κριτήρια για τη συμμετοχή των Δημοσίων Σχολείων της Μινεάπολης στο πρόγραμμα ήταν 1) εξειδικευμένοι τοπικοί εγκαταστάτες και 2) τα σχολεία να μην έχουν ήδη ηλιακούς συλλέκτες.

### **Διαδικασία εγκατάστασης**

Ακόμη και με την υποστήριξη από πάνω προς τα κάτω για το έργο αυτό, η διαδικασία για την εκπλήρωση των απαιτήσεων επιχορήγησης, τη συμμετοχή πολλών ενδιαφερομένων σε τέσσερα ξεχωριστά έργα και τη απόκτηση εγκρίσεων από το Διοικητικό Συμβούλιο ήταν χρονοβόρα και αργή. Από τις αρχικές δράσεις για την απόκτηση της επιχορήγησης, το προσωπικό εργάστηκε για σχεδόν πέντε μήνες για την υποστήριξη του προσωπικού των κτιριακών εγκαταστάσεων και των εκπαιδευτικών στα τέσσερα σχολεία και σε επίπεδο περιφέρειας. Λόγω της αβεβαιότητας του προσωπικού σχετικά με την νέα τεχνολογία σε σχολικά κτίρια, το έργο συνάντησε την αρχική αντίσταση του προσωπικού των εγκαταστάσεων. Χρειάστηκαν πολλές τηλεδιασκέψεις με το προσωπικό των εγκαταστάσεων για να πειστούν όλοι να συμφωνήσουν μόνο για την επιχορήγηση, όπως δήλωσε ένας από τους διαχειριστές του έργου. Όμως η δέσμευση στους στόχους βιωσιμότητας του επικεφαλής που ενέκρινε το Διοικητικό Συμβούλιο, βοήθησε να προχωρήσουν οι προσπάθειες, και το προσωπικό των εγκαταστάσεων τελικά ενστερνίστηκε το έργο.

### **Χρηματοδότηση**

Το έργο χρηματοδοτήθηκε εξ ολοκλήρου από το Ίδρυμα Walmart και το πρόγραμμα NEED. Τα Δημόσια Σχολεία της Μινεάπολης δεν δαπάνησαν χρήματα για το έργο, αλλά δαπάνησαν σημαντικό χρόνο του προσωπικού για την αξιολόγηση των κτιρίων και τον συντονισμό του

έργου. Παρόλο που το έργο έλαβε φαινομενικά 100% επιχορήγηση, το προσωπικό των δημοσίων σχολείων της Μινεάπολης ήταν επιφυλακτικό απέναντι σε αυτό που ονόμασε «κόστος των επιχορηγήσεων». Οι φορείς επιχορήγησης απαιτούν τη συγκέντρωση δεδομένων, την υποβολή εκθέσεων, το χρόνο από το προσωπικό για το σχεδιασμό, το συντονισμό και μερικές φορές δεσμεύσεις για την προώθηση του φορέα επιχορήγησης και του έργου.

### **Εκπαιδευτικά οφέλη του συστήματος**

Το σημαντικότερο μέρος του προγράμματος είναι η εκπαίδευση σε θέματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που συνοδεύει τις εγκαταστάσεις. Το NEED παρέχει το υλικό της διδασκαλίας και την εκπαίδευση των εκπαιδευτικών για το πρόγραμμα. Οι καθηγητές φυσικών επιστημών σε κάθε ένα από τα τέσσερα σχολεία θα χρησιμοποιήσουν αυτό το υλικό κατά το σχολικό έτος 2010-2011. Ο επικεφαλής του προγράμματος σπουδών ελπίζει να προσαρμόσει το πρόγραμμα NEED ώστε να ανταποκρίνεται στα νέα πρότυπα του προγράμματος σπουδών φυσικών επιστημών μέσω της ανατροφοδότησης από τους συμμετέχοντες εκπαιδευτικούς και της αξιολόγησης των υλικών του προγράμματος σπουδών.

## **Ενότητα 6: Οδηγός για την Αξιολόγηση των Έργων ΑΠΕ σε Γυμνάσιο - Λύκειο**

### **6.1 Εισαγωγή**

Ένα από τις κορυφαία χαρακτηριστικά των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας είναι ότι βρίσκονται παντού. Ο ήλιος λάμπει και ο άνεμος φυσάει, αλλά αυτό δεν σημαίνει ότι κάθε σχολείο διαθέτει έναν πόρο που μπορεί να αξιοποιηθεί. Τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας προσφέρουν την ελκυστική δυνατότητα «δωρεάν καυσίμων», αλλά μερικές φορές τα δωρεάν καύσιμα είναι απλώς μια σταγόνα και άλλες φορές είναι πολύ δύσκολο να αποκτηθούν. Η ομάδα έργου θα πρέπει να σχεδιάσει μια αξιολόγηση ως προς το τι είδους και πόσο δυναμικό ανανεώσιμων πηγών ενέργειας διαθέτει το σχολείο.

Μια καλή αξιολόγηση θα μειώσει το συνολικό κόστος του συστήματος και θα παράγει ένα καλύτερο αποτέλεσμα, βοηθώντας τους αρμόδιους του έργου του σχολείου και τον σχεδιαστή του συστήματος να κάνουν τις σωστές επιλογές εξ αρχής και να διασφαλίσουν ότι το σύστημα θα αποδώσει τα αναμενόμενα. Τα θέματα αξιολόγησης που πρέπει να αντιμετωπίσει η ομάδα έργου περιλαμβάνουν:

**Το «μέγεθος» του ανανεώσιμου ενεργειακού πόρου.** Για να παράγετε μια σημαντική ποσότητα ενέργειας, ο ηλιακός ή αιολικός πόρος πρέπει να είναι σταθερά διαθέσιμος. Η περιστασιακή σκίαση ή ο διακοπτόμενος άνεμος μπορούν να μειώσουν σημαντικά το δυναμικό του πόρου στην τοποθεσία σας. Για παράδειγμα, μια ηλιόλουστη τοποθεσία το μεσημέρι μπορεί να σκιάζεται μια ώρα αργότερα ή μια ηλιόλουστη τοποθεσία τον Σεπτέμβριο μπορεί να σκιάζεται τον Ιούνιο, μειώνοντας σημαντικά το δυναμικό του πόρου.

Ο άνεμος πρέπει να είναι σταθερός και όχι θυελλώδης, αλλιώς η παραγωγή ενέργειας μειώνεται δραματικά.

**Παρακείμενα κτίρια και χρήσεις γης.** Δεδομένου ότι η ενέργεια παρέχεται από το περιβάλλον, στοιχεία που γειτνιάζουν με το σχολείο και μπορεί να μην αποτελούν μέρος της σχολικής ιδιοκτησίας, μπορούν να επηρεάσουν την ποσότητα του πόρου στο περιβάλλον του σχολείου. Στην περίπτωση των συστημάτων αιολικής ενέργειας, οι μεγάλες κατασκευές (π.χ. δέντρα ή κτίρια) μπορούν να διαταράξουν τη ροή της αιολικής ενέργειας στον χώρο του σχολείου. Επίσης, ευαίσθητα οικολογικά συστήματα κοντά στο σχολείο μπορεί να διαταραχθούν από τα θεμέλια της ανεμογεννήτριας ή το ύψος του πυλώνα.

**Αποθήκευση.** Λόγω της διακοπτόμενης πηγής ενέργειας, ορισμένα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας απαιτούν αποθήκευση. Τα ηλιοθερμικά συστήματα που χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση του νερού χρήσης πρέπει να έχουν ένα μέρος για την αποθήκευση του ζεστού νερού. Αντίθετα, τα συνδεδεμένα με το δίκτυο ηλιακά και αιολικά ηλεκτρικά συστήματα δεν χρειάζονται αποθήκευση, καθώς το ηλεκτρικό δίκτυο χρησιμεύει ως πληρεξούσιος αποθηκευτής.

**Ενσωμάτωση με υφιστάμενα ενεργειακά και κτιριακά συστήματα.** Τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας πρέπει να ενσωματώσουν συμπληρωματικά ενεργειακά συστήματα λόγω της διακοπτόμενης φύσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, καθώς ο υφιστάμενος ενεργειακός εξοπλισμός δεν είναι πάντα σχεδιασμένος να συμπληρώνει ή να συμπληρώνεται από την επιτόπια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή θερμότητας από ΑΠΕ. Ομοίως, η οροφή του σχολείου δεν σχεδιάστηκε με σκοπό να εγκατασταθεί μια ηλιακή συστοιχία. Ορισμένες στέγες είναι καλές, άλλες απαιτούν σημαντική ανακατασκευή.

Ως αποτέλεσμα αυτών των παραγόντων, ο σχεδιασμός έργου ανανεώσιμης ενέργειας ξεκινά με μια προσεκτική αξιολόγηση των διαθέσιμων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, των χαρακτηριστικών που θα επηρεάσουν την αξιοποίηση των εν λόγω πόρων, καθώς και του τρόπου με τον οποίο τα υπάρχοντα ενεργειακά και κτιριακά συστήματα θα αλληλεπιδρούν με το σύστημα ανανεώσιμης ενέργειας.

#### **Ανεξάρτητη αξιολόγηση ή αξιολόγηση με εγκατάσταση;**

Η αξιολόγηση του χώρου γίνεται συχνά από τους μελετητές/εργολάβους που θα συνεχίσουν με τον σχεδιασμό και την κατασκευή του συστήματος, αλλά υπάρχει πλεονέκτημα στο να γίνεται η αρχική αξιολόγηση από έναν τρίτο αξιολογητή, εφόσον υπάρχει. Η ανεξάρτητη αξιολόγηση είναι ιδιαίτερα χρήσιμη όταν υπάρχει δυνατότητα για την αξιοποίηση περισσότερων από μιας ανανεώσιμης ενέργειας, καθώς πολλοί εργολάβοι ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ειδικεύονται μόνο σε έναν τύπο συστήματος και δεν έχουν την τεχνογνωσία να προτείνουν εναλλακτικές λύσεις σε σχέση με αυτά που έχουν να προσφέρουν.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, υπάρχουν τρίτοι αξιολογητές του χώρου του έργου, που έχουν λάβει εξειδικευμένη εκπαίδευση και πιστοποίηση στην αξιολόγηση του χώρου για τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Όταν είναι διαθέσιμοι, αυτοί οι πιστοποιημένοι αξιολογητές χώρου είναι μια καλή επιλογή και αξίζουν την επαγγελματική τους αμοιβή, προκειμένου να λάβετε αντικειμενικές πληροφορίες.

Εάν δεν υπάρχει διαθέσιμος ανεξάρτητος αξιολογητής, μια συνήθης πρακτική είναι να κάνει την αξιολόγηση ένας εργολάβος ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, παρέχοντας ξεχωριστή υπηρεσία. Συχνά, η αμοιβή της υπηρεσίας δεν χρεώνεται, εάν επιλεγεί ο εργολάβος να



συνεχίσει το έργο. Σε αντίθετη περίπτωση, ο πελάτης καταβάλλει αμοιβή για να λάβει την έκθεση αξιολόγησης, η οποία μπορεί στη συνέχεια να χρησιμοποιηθεί από άλλον εργολάβο.

**Αρμοδιότητες της ομάδας έργου.** Όποιοι και αν κάνει την αξιολόγηση του χώρου, η ομάδα έργου θα έχει κάποιες ευθύνες στη διαδικασία. Εκτός από την παροχή πρόσβασης στον χώρο, θα πρέπει να παρέχει στον αξιολογητή πληροφορίες, όπως τα σχέδια του κτιρίου, πληροφορίες μηχανικού και δεδομένα κατανάλωσης ενέργειας. Αυτές οι πληροφορίες ενδέχεται να προέρχονται από διάφορες πηγές (δεδομένα κατανάλωσης από το γραφείο διοίκησης και τεχνικά δεδομένα από την τεχνική υπηρεσία). Η έγκαιρη πρόσβαση στα δεδομένα είναι σημαντική, διότι η έκθεση αξιολόγησης και οι αποφάσεις που πρέπει να ληφθούν θα καθυστερήσουν έως ότου τα δεδομένα είναι διαθέσιμα.

Συχνά, το προσωπικό του σχολείου μπορεί να κάνει κάποιες προκαταρκτικές αξιολογήσεις που μπορούν να κατευθύνουν τις επιλογές σχετικά με το ποια πηγή ενέργειας θα προτιμηθεί (ή όχι). Ο νότιος προσανατολισμός του σχολείου πρέπει να προσδιοριστεί για να διαπιστωθεί αν τα ψηλά δέντρα εμποδίζουν τον ήλιο κατά τη διάρκεια μεγάλου μέρους του έτους, οπότε τέτοιες συνθήκες μπορεί να αποκλείουν ένα σύστημα ηλιακής ενέργειας.

#### **Τι περιλαμβάνει η αξιολόγηση του χώρου;**

Μια σωστή αξιολόγηση χώρου θα εξετάσει τους διαθέσιμους πόρους και τον κατάλληλο εξοπλισμό που θα ταιριάζει με την εγκατάσταση. Η αξιολόγηση του χώρου θα αναζητήσει χαρακτηριστικά που θα υποστηρίξουν το έργο ή χαρακτηριστικά που μπορεί να υποδηλώνουν ότι ένα συγκεκριμένο σύστημα είναι ακατάλληλο. Στην περίπτωση των ηλιακών εγκαταστάσεων στην στέγη, μπορεί να χρειαστεί να ζητηθεί η γνώμη επαγγελματιών μηχανικών και/ή στεγών.

#### **Εκπαιδευτικές ευκαιρίες.**

Η αξιολόγηση του χώρου μπορεί να αποτελέσει σημαντική ευκαιρία μάθησης σε σχολικό περιβάλλον. Τα σχολικά τμήματα μπορούν να κάνουν προκαταρκτική ανάλυση και ακόμη και συλλογή δεδομένων, εάν διατίθενται χρηματοδότηση για εξοπλισμό. Μερικές φορές, οι αξιολογητές του χώρου είναι πρόθυμοι να επιδείξουν το έργο τους ή να εμπλέξουν τους μαθητές στη συλλογή δεδομένων. Και ακόμη και αν η αξιολόγηση του χώρου αποκλείει ένα ενεργειακό έργο, η κοινοποίηση του αποτελέσματος της αξιολόγησης αποτελεί ευκαιρία μάθησης, καθώς μέρος της κατανόησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι να γνωρίζουμε τι δεν θα λειτουργήσει σε μια δεδομένη κατάσταση.

## **6.2 Περιγραφή των Βημάτων Δράσης**

Ανάλογα με τον τύπο και το αντικείμενο του έργου, ορισμένα από τα παρακάτω βήματα μπορεί να είναι περιττά ή να απαιτούν επιπλέον προσπάθειες, αλλά σε γενικές γραμμές αντιπροσωπεύουν μια προσέγγιση «κοινής λογικής» για την επίτευξη ενός καλού αποτελέσματος. Τα ακόλουθα βήματα αξιολόγησης του χώρου είναι πιθανό να εφαρμοστούν με επαναληπτικό τρόπο. Για παράδειγμα, ένα έργο μπορεί αρχικά να ξεκινήσει ως έργο ανεμογεννήτριας, αλλά μια αρχική αξιολόγηση του χώρου μπορεί να προταθεί η ηλιακή ενέργεια ως καλύτερη, απαιτώντας να ξεκινήσετε από την αρχή.

### **Σύνοψη των Βημάτων Δράσης για την Αξιολόγηση των Πόρων.**

#### **Βήμα 1: Προκαταρκτική αυτοαξιολόγηση των πόρων**

Ποιες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και τεχνολογίες εξυπηρετούν; Ποιοι είναι οι στόχοι σας και ποιοι είναι οι διαθέσιμοι πόροι, συμπεριλαμβανομένων των χαρακτηριστικών της συγκεκριμένης τοποθεσίας του σχολείου και του τρόπου με τον οποίο χρησιμοποιείται η ενέργεια; Υπάρχουν ζητήματα ή περιστάσεις στην κοινότητα που θα επηρεάσουν την τελική απόφαση;

#### **Βήμα 2: Συγκέντρωση πληροφοριών πριν από την αξιολόγηση**

Για τα περισσότερα έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, κάποια βασικά δεδομένα είναι πάντα απαραίτητα. Αυτά περιλαμβάνουν τα αρχιτεκτονικά και τοπογραφικά σχέδια του κτιρίου, λογαριασμούς κοινής ωφέλειας και κάποιες πληροφορίες σχετικά με το πρότυπο χρήσης του κτιρίου.

#### **Βήμα 3: Ανάπτυξη του πλαισίου για την αξιολόγηση του χώρου**

Η αξιολόγηση του χώρου θα είναι απαραίτητη, αλλά η αξιολόγηση μπορεί να είναι μια απλή επίσκεψη ή μια πιο χρονοβόρα διαδικασία και να περιλαμβάνει πολλούς τεχνικούς εμπειρογνώμονες. Σχηματισμός μιας μικρής ομάδας επίβλεψης για την αξιολόγηση, ιδανικά μια υποομάδα της ομάδας έργου, αλλά με τη συμμετοχή ενός μηχανικού του κτιρίου ή ενός συντηρητή.

#### **Βήμα 4: Υλοποίηση της αξιολόγησης του χώρου**

Αυτό το βήμα μπορεί να είναι απλό ή πολύπλοκο, ανάλογα με το μέγεθος του έργου, την επιλογή των πόρων και την επιλογή της τεχνολογίας. Πρέπει να υποστηριχθεί ο αξιολογητής με τις απαραίτητες πληροφορίες και την δυνατότητα πρόσβασης στον χώρο. Συμβουλές από επαγγελματίες, εφόσον είναι απαραίτητο (δομοστατικούς μηχανικούς, τεχνίτες στέγης, ηλεκτρολόγους).

#### **Βήμα 5: Παραλαβή της έκθεσης και αξιολόγηση του αποτελέσματος**

Έλεγχος των αποτελεσμάτων της αξιολόγησης και σύγκριση όσα ήδη γνωρίζει κανείς. Λείπει κάτι ή η έκθεση υποδεικνύει πρόσθετα ερωτήματα; Συνεχίστε τη διαδικασία με τον αξιολογητή.

### **6.3 Ανάλυση των Βημάτων Δράσης**

Οι σωστές αποφάσεις από την αρχή, είναι το κλειδί για ένα επιτυχημένο έργο. Η ομάδα έργου πρέπει να διασφαλίσει ότι η διαδικασία αξιολόγησης είναι διεξοδική, εμπεριστατωμένη και σύμφωνη με τους στόχους του έργου. Από τα προτεινόμενα βήματα, το πρώτο μπορεί να είναι το πιο δύσκολο για την ομάδα έργου. Μόλις επιλεγεί μια συγκεκριμένη διαδρομή (τύπος πόρου και τεχνολογίας), οι περιορισμοί της μηχανικής και του κόστους συχνά θα καθορίσουν τις αποφάσεις. Αλλά όταν αποφασίζεται η διαδρομή, η έλλειψη πληροφοριών μπορεί να δημιουργήσει ασάφειες και να καταστήσει τη διαδικασία αποθαρρυντική. Ως αποτέλεσμα, ορισμένα από αυτά τα βήματα μπορεί να χρειαστεί να επαναληφθούν για να διασφαλιστεί ένα χρήσιμο αποτέλεσμα.

#### **Βήμα 1 - Προκαταρκτική αυτοαξιολόγηση των πόρων**

Επιλογή πόρων και τεχνολογιών με βάση τους στόχους του έργου. Μια ποιοτική εξέταση των στόχων σε σύγκριση με τον χώρο και τους διαθέσιμους πόρους είναι απαραίτητη. Στη συνέχεια η ομάδα έργου πρέπει να συγκρίνει τους στόχους του έργου και τα υποκείμενα

κίνητρα με τις πραγματικές συνθήκες στο σχολικό περιβάλλον. Ένα σχολείο που βρίσκεται σε μια κοιλάδα ποταμού που περιβάλλεται από γκρεμούς δεν θα είναι καλή τοποθεσία για μια ανεμογεννήτρια, όσο ενθουσιασμένη κι αν είναι η κοινότητα από την προοπτική αυτή. Ενώ ο άνεμος φυσάει μερικές φορές, η πηγή ενέργειας για την συγκεκριμένη τοποθεσία είναι μικρή κατά τη διάρκεια του έτους. Για τα ηλιακά και αιολικά έργα, υπάρχουν ορισμένοι βασικοί «κανόνες» που παρέχουν κάποιες προκαταρκτικές παρατηρήσεις σχετικά με τη βιωσιμότητα του έργου.

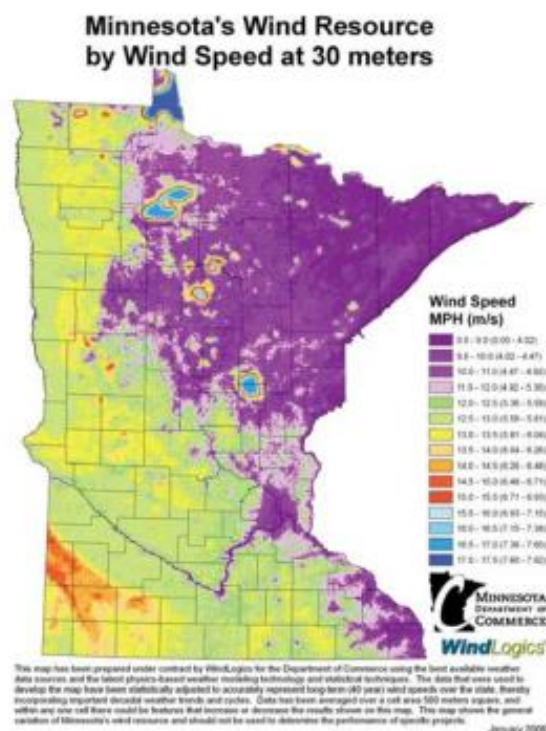
**Εξέταση του ηλιακού δυναμικού του χώρου.** Υπάρχει διαθέσιμη τοποθεσία με νότιο προσανατολισμό και χωρίς σκιά; Στην περίπτωση των ηλιακών έργων απαιτείται ένας χώρος με νότιο προσανατολισμό που, κατά προτίμηση, δεν έχει σκιά για τουλάχιστον το 80% της ημέρας. Ιδανικά, αυτό το «παράθυρο» του 80% θα είναι κεντραρισμένο στη μέση της ημέρας, αν και είναι δυνατή κάποια διαφοροποίηση. Σημειώνεται, ότι ο ήλιος βρίσκεται πολύ χαμηλά στον ορίζοντα κατά τους χειμερινούς μήνες, οπότε και ένα μέτριο μεγέθους δέντρο μπορεί να σκιάσει το χώρο εκείνη την εποχή του έτους, ακόμη και αν δεν αποτελεί πρόβλημα τις άλλες εποχές του έτους.

Εξέταση των διαφορών μεταξύ των ηλιακών ηλεκτρικών και των ηλιακών θερμικών πόρων. Τα φωτοβολταϊκά πάνελ είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα στη σκίαση. Ένα μικρό κλάσμα σκίασης πάνω από ένα πάνελ μπορεί να μειώσει δυσανάλογα την ενεργειακή απόδοση του εν λόγω πάνελ. Ομοίως, η σκίαση σε ένα πάνελ μπορεί να μειώσει την παραγωγή μιας συστοιχίας πάνελ συνδεδεμένων σε σειρά. Σημειώνεται ότι το χιόνι που καλύπτει το κάτω άκρο των πλαϊσίων μπορεί να έχει το ίδιο αποτέλεσμα, το οποίο μπορεί να είναι μακροχρόνιο σε έναν χειμώνα με πολλά χιόνια. Οι ηλιακοί θερμικοί συλλέκτες (τόσο για τη θέρμανση του αέρα όσο και για τη θέρμανση του νερού) είναι λιγότερο ευαίσθητοι στη σκίαση, οπότε η επίδραση θα είναι ανάλογη με το κλάσμα του συλλέκτη που σκιάζεται. Ως αποτέλεσμα, η μέτρια σκίαση κατά τη διάρκεια του χειμώνα από ένα φυλλοβόλο δέντρο χωρίς τα φύλλα του μπορεί να γίνει ανεκτή.

**Εξέταση του αιολικού δυναμικού του χώρου.** Υπάρχει διαθέσιμη τοποθεσία με σταθερά ισχυρό άνεμο; Ελέγχεται αν ο αιολικός πόρος που παρέχεται από το κλίμα σας είναι επαρκής (ο οποίος μπορεί να εκτιμηθεί κατά προσέγγιση κοιτάζοντας έναν χάρτη αιολικών πόρων της περιοχής). Στη συνέχεια, εξετάζονται οι κύριες ανησυχίες για τη χωροθέτηση μιας ανεμογεννήτριας, ώστε να μεγιστοποιηθούν οι σταθερές ταχύτητες ανέμου και να ελαχιστοποιηθεί η τυρβώδης ροή του αέρα. Ο γενικός κανόνας είναι να σχεδιαστεί ένας πυλώνας όσο το δυνατόν ψηλότερα (η ταχύτητα του ανέμου μειώνεται δραστικά καθώς πλησιάζετε το έδαφος) και να τον τοποθετηθεί αρκετά μακριά από εμπόδια που προκαλούν αναταράξεις, όπως δέντρα και σπίτια. Ένας κατά προσέγγιση κανόνας είναι το κάτω μέρος του ρότορα να βρίσκεται τουλάχιστον 30 πόδια πάνω από κάθε εμπόδιο σε ακτίνα 500 ποδιών. Εάν τα πλησιέστερα εμπόδια είναι δέντρα, θα πρέπει να υπολογιστεί η μελλοντική ανάπτυξη των δέντρων.

Θα πρέπει επίσης να υπάρχει δυνατότητα πρόσβασης στον χώρο για την εγκατάσταση και τη μελλοντική συντήρηση, η οποία μπορεί να απαιτεί τη μείωση του πυλώνα σε οριζόντια θέση. Πρόσθετες εκτιμήσεις περιλαμβάνουν τις πιθανές επιπτώσεις του θορύβου (στον χώρο και στις παρακείμενες ιδιοκτησίες), τις οπτικές επιπτώσεις και την αισθητική, θέματα ασφάλειας, όπως η αποτροπή αναρρίχησης χωρίς άδεια, τους περιορισμούς ζώνης και την απόσταση από το σημείο όπου παραδίδεται η ισχύς στο δίκτυο.

**Εικόνα 11: Χάρτης Αιολικών Πόρων για τη Μινεσότα για Μέσες Σταθερές Ταχύτητες Ανέμου Περίπου 100 Πόδια Πάνω από το Έδαφος \***



\* Διατίθενται πρόσθετοι χάρτες για υψηλότερους πυλώνες.

**Εξέταση της κλίμακας του έργου.** Τα θέματα αξιολόγησης είναι ουσιαστικά διαφορετικά για μεγάλα συστήματα από ότι για μικρά συστήματα. Όσο μεγαλύτερο είναι το σύστημα, τόσο πιθανότερο είναι η διαδικασία αξιολόγησης να περιλαμβάνει πολλαπλές πτυχές, όπως τεχνολογία της κατασκευής, εκτίμηση φορτίου ή γεωτρήσεις εδάφους. Επιπλέον, η κλίμακα του έργου επηρεάζει ορισμένες οικονομικές παραμέτρους. Τα μεγάλα συστήματα

επιτρέπουν καλύτερες οικονομίες κλίμακας, αλλά μπορούν επίσης να δημιουργήσουν δυσκολίες στη διασύνδεση και στη σύναψη συμβάσεων (με την ηλεκτρική εταιρεία κοινής ωφέλειας). Για παράδειγμα, ο νόμος της Μινεσότα απαιτεί ενεργειακό συμψηφισμό για ηλιακά και αιολικά ηλεκτρικά συστήματα έως 40 kW, πράγμα που σημαίνει ότι η εταιρεία κοινής ωφέλειας θα αποζημιώνει, με την τιμή που πληρώνει κανείς για την ενέργεια που επιστρέφει στο δίκτυο. Ωστόσο, για συστήματα μεγαλύτερα από 40 kW, η εταιρεία κοινής ωφέλειας θα πληρώσει μόνο την χονδρική τιμή, που μπορεί να είναι μόλις 0,02-0,03 \$/kWh.

Για το λόγο αυτό, η διαδικασία αξιολόγησης θα πρέπει να εξετάσει το ενεργειακό «φορτίο» του κτιρίου ή το μέγεθος του συστήματος σε σχέση με την τυπική κατανάλωση ενέργειας. Ο σχεδιασμός του συστήματος, ώστε να ταιριάζει με το φορτίο, μπορεί να είναι μια συνετή επιλογή, ακόμη και αν το αποτέλεσμα δεν είναι τόσο εντυπωσιακό οπτικά. Η αντιστοίχιση του φορτίου είναι σημαντική για τις ηλιοθερμικές εφαρμογές, όπου δεν υπάρχει τρόπος πώλησης της πλεονάζουσας παραγωγής ενέργειας στην εταιρεία κοινής ωφέλειας.

Το μέγεθος του συστήματος μπορεί επίσης να προκαλέσει αναθεωρήσεις ή πρόσθετες άδειες από την τοπική αρχή όσον αφορά τους κανονισμούς χωροθέτησης ή ανάπτυξης. Τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας υπόκεινται σε κανονισμούς ζώνης και αυτό θα πρέπει να εξετάζεται προσεκτικά κατά την αξιολόγηση της κλίμακας του συστήματος.

## **Βήμα 2 - Συγκέντρωση πληροφοριών πριν από την αξιολόγηση**

Συγκεντρώνοντας χρήσιμα δεδομένα, μπορεί να εξοικονομηθεί χρόνος. Παρακάτω παρατίθενται ορισμένες προτάσεις για πληροφορίες που πρέπει να είναι διαθέσιμες για να βοηθήσουν αρχικά τον αξιολογητή του χώρου και αργότερα τους σχεδιαστές και τους εγκαταστάτες του συστήματος. Ωστόσο, ένα βασικό σημείο σε αυτό το βήμα είναι να επικεντρωθεί κανείς σε εύκολα διαθέσιμες πληροφορίες. Εάν ένα στοιχείο του καταλόγου απαιτεί αρκετές ημέρες για να συγκεντρωθεί, θα πρέπει να διερευνηθεί αν ο αξιολογητής το χρειάζεται. Δεδομένου ότι η αξιολόγηση αφορά τη διαπίστωση της σκοπιμότητας, το αποτέλεσμα μπορεί να αλλάξει την εικόνα και να αλλάξει τις πληροφορίες που είναι απαραίτητες.

Αρχιτεκτονικά και τοπογραφικά σχέδια του κτιρίου, λογαριασμοί κοινής ωφέλειας, στοιχεία επικοινωνίας με την εταιρεία κοινής ωφέλειας, στοιχεία επικοινωνίας με τους αρμόδιους για την ζώνη και κάποιες πληροφορίες σχετικά με το πρότυπο χρήσης του κτιρίου (για παράδειγμα: πότε χρησιμοποιείται από κόσμο, διάρκεια του ακαδημαϊκού έτους, θερινές χρήσεις). Σημειώνεται ότι μόλις συγκεντρωθούν αυτές οι πληροφορίες, μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για άλλους σκοπούς σχεδιασμού έργων, όπως για ανακαινίσεις κτιρίων.

### **Πίνακας 5: Κατάλογος Πληροφοριών Αυτοαξιολόγησης**

<b>Κατάλογος πληροφοριών αυτοαξιολόγησης</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Δήλωση στόχων και ενδιαφέροντος.</li><li>• Διεύθυνση του κτιρίου εγκατάστασης και σχέδιο ή χάρτης του χώρου.</li><li>• Τύπος της στέγης.</li><li>• Στοιχεία επικοινωνίας στο τμήμα συντήρησης του σχολείου.</li></ul>

- Πολιτική δικαιοδοσία (Δήμος και Περιφέρεια).
- Διάταξη οροφής, συμπεριλαμβανομένων των αεραγωγών και του εξοπλισμού HVAC.
- Τοποθεσία ηλεκτρικών γραμμών και υπηρεσιών.
- Προδιαγραφές για HVAC, θέρμανση νερού (πισίνα) και ηλεκτρικό εξοπλισμό.
- Στοιχεία επικοινωνίας για τις εταιρείες κοινής ωφέλειας.

### **Βήμα 3 - Ανάπτυξη του πλαισίου για την αξιολόγηση του χώρου**

Η ανάπτυξη ενός πλαισίου για την αξιολόγηση του χώρου μπορεί να είναι ένα πολύ απλό βήμα ή μπορεί να είναι ένα πολύπλοκο βήμα, ανάλογα με το μέγεθος και τον τύπο του έργου ανανεώσιμης ενέργειας. Ένα μικρό ηλιακό έργο μπορεί να χρειάζεται μόνο μια ανάλυση σκίασης για τον προσδιορισμό ενός κατάλληλου χώρου και η αξιολόγηση μπορεί να γίνει ουσιαστικά μέρος της διαδικασίας υποβολής προσφορών και της ανάθεσης σύμβασης. Ένα μεγάλο ηλιακό έργο ενσωματωμένο σε κτίριο ή μια ανεμογεννήτρια θα χρειαστεί επαρκή αξιολόγηση των πόρων, της δομής ή των εδαφών, της διασύνδεσης και των φορτίων του κτιρίου, ώστε να είναι σε θέση κάποιος να συντάξει τις προδιαγραφές κατασκευής για τη διαδικασία υποβολής προσφορών.

**Σχηματισμός μιας μικρής ομάδας επίβλεψης της αξιολόγησης.** Η ομάδα επίβλεψης της αξιολόγησης θα πρέπει να περιλαμβάνει τα μέλη της ομάδας του έργου που είναι κρίσιμα για τις αποφάσεις σχετικά με το κτίριο και τους χώρους. Το κλειδί για την αξιολόγηση ή επίβλεψη είναι να υπάρχουν άτομα που να μπορούν να απαντήσουν άμεσα στις ερωτήσεις ενός αξιολογητή με τις πιο ακριβείς πληροφορίες. Τις περισσότερες φορές, ένας ανώτερος εκπρόσωπος από το τεχνικό προσωπικό ή το προσωπικό συντήρησης του κτιρίου μπορεί να παράσχει την πιο πολύτιμη βοήθεια, καθώς γνωρίζει τις εγκαταστάσεις. Έχοντας έναν εκπρόσωπο των κτιριακών εγκαταστάσεων στην ομάδα, θα γίνονται πιο κατανοητά τα ζητήματα για το έργο και θα είναι σε θέση να υποστηρίξουν το έργο, ενώ τα προβλήματα θα μπορούν να αντιμετωπιστούν από νωρίς.

**Επιλογή αξιολογητή.** Δεδομένης της αναπτυσσόμενης βιομηχανίας των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, οι διαθέσιμες υπηρεσίες αξιολόγησης χώρων ποικίλλουν ανάλογα με την περιοχή και τον τύπο του ανανεώσιμου ενεργειακού πόρου που διερευνάται. Η ιδανική κατάσταση είναι να οριστεί ένας ανεξάρτητος αξιολογητής με κατάρτιση στην επιλεγμένη τεχνολογία, ο οποίος θα προτείνει την καλύτερη δυνατή πορεία δράσης χωρίς να μεροληπτεί υπέρ μιας συγκεκριμένης τεχνολογίας ή ενός συγκεκριμένου εγκαταστάτη.

**Πιστοποίηση ανεξάρτητου αξιολογητή.** Μερικές φορές δεν είναι διαθέσιμος ένας ανεξάρτητος πιστοποιημένος αξιολογητής. Ένα σχολείο μπορεί ακόμα να έχει μια χρήσιμη αξιολόγηση από έναν εξειδικευμένο εγκαταστάτη ηλιακής ή αιολικής ενέργειας, εφόσον οι προσδοκίες είναι σαφείς από την αρχή. Ξεκαθαρίζεται ότι η πραγματοποίηση της αξιολόγησης δεν θα σημαίνει για τον αξιολογητή σύμβαση για την εγκατάσταση συστήματος και πραγματοποιείται διαπραγμάτευση μιας αμοιβής «μόνο για την αξιολόγηση».

**Εκπόνηση του πλαισίου της αξιολόγησης.** Θα πρέπει να καταρτιστεί και να εκτελεστεί σύμβαση ή συμφωνία εργασίας πριν από την εκτέλεση των εργασιών. Αυτή η συμφωνία θα πρέπει να ξεκαθαρίζει τα εξής:

- Το αντικείμενο της εργασίας - τι είδους έρευνες και μετρήσεις θα γίνουν.
- Η μορφή και το περιεχόμενο της έκθεσης αξιολόγησης - ο κατάλογος των εργασιών που θα περιλαμβάνει η έκθεση.

**Μέτρηση του ανανεώσιμου ενεργειακού πόρου.** Όλες οι αξιολογήσεις θα έχουν ένα στοιχείο: τη μέτρηση του δυναμικού των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ορισμένα ειδικά τεχνολογικά στοιχεία του αντικειμένου των εργασιών αξιολόγησης χώρου είναι τα εξής:

- Το κόστος - πόσα θα χρειαστεί να πληρώσει κανείς και πότε.
- Για τα ηλιακά έργα, η **ανάλυση σκίασης** θα πρέπει να χρησιμοποιεί ένα εργαλείο, όπως το Solar Pathfinder ή ισοδύναμο. Για ένα απλό χώρο, όπως μια μεγάλη, επίπεδη στέγη, αυτό μπορεί να φαίνεται περιττό, αλλά ακόμη και σχετικά μικρά εμπόδια, όπως καμινάδες, μπορούν να δημιουργήσουν σημαντικά προβλήματα για τα φωτοβολταϊκά πάνελ. Επιπλέον, πολλά προγράμματα ηλιακών μειώσεων απαιτούν τέτοια τεκμηρίωση.
- Για τα αιολικά έργα, η ιδανική αξιολόγηση περιλαμβάνει προηγμένη παρακολούθηση των αιολικών πόρων με **ανεμόμετρο** και **καταγραφέα δεδομένων** για μεγάλο χρονικό διάστημα. Το κλειδί για την αξιολόγηση του πόρου είναι ο υπολογισμός μιας μέσης ταχύτητας ανέμου κατά τη διάρκεια του έτους. Ωστόσο, η τρέχουσα άποψη των επαγγελματιών της αιολικής ενέργειας είναι ότι σε περιοχές με έδαφος χωρίς εμπόδια η προηγμένη παρακολούθηση του ανέμου είναι χρονοβόρα και περιττή δαπάνη για μικρά αιολικά έργα (ισχύος κάτω των 100 kW ανεμογεννήτριας), εφόσον ακολουθούνται οι αποδεκτές κατευθυντήριες γραμμές χωροθέτησης. Όμως για μεγαλύτερα έργα, ή σε ανάγλυφα εδάφη (λοφώδη ή βραχώδη κατά μήκος ποταμών ή με ψηλά δέντρα ή κτίρια), η παρακολούθηση του ανέμου μπορεί να είναι απαραίτητη. Τέτοιες εκτιμήσεις τοποθεσίας απαιτούν την εγκατάσταση ενός πύργου παρακολούθησης και τη συλλογή δεδομένων έως και ενός έτους. Σημειώνεται ότι αυτό το βήμα μπορεί να είναι μια εκπαιδευτική προσπάθεια σε ένα σχολικό περιβάλλον, ένα χρήσιμο έργο ακόμη και αν δεν ανεγερθεί ποτέ ανεμογεννήτρια.
- Το χρονοδιάγραμμα - πότε θα γίνει η έκθεση και ποιες οι εξαρτήσεις στο εν λόγω χρονοδιάγραμμα (καιρικές συνθήκες, αναμονή πληροφοριών από την τοπική κυβέρνηση).
- Σε ποιον «ανήκει» η έκθεση; Στην ιδανική περίπτωση, η έκθεση ανήκει στον πελάτη αφού πληρωθεί και το σχολείο μπορεί να μεταφέρει τις πληροφορίες αυτές σε οποιονδήποτε προμηθευτή επιλέξει για να συνεχίσει τον προγραμματισμό του έργου.

**Άλλοι τύποι αξιολόγησης.** Τα μεγαλύτερα έργα και τα έργα ΑΠΕ που ενσωματώνονται σε κτίρια μπορεί να απαιτούν περισσότερη αξιολόγηση από μια αξιολόγηση πόρων, συμπεριλαμβανομένων κατασκευαστικών, αρχιτεκτονικών και ηλεκτρικών ζητημάτων.

### **Θέματα τοποθέτησης εξοπλισμού σε στέγη**

Η αξιολόγηση της δομής της στέγης και των μεθόδων τοποθέτησης είναι σημαντικά ζητήματα για εγκαταστάσεις που ενσωματώνονται σε κτίριο.

Μόλις γίνει γνωστός ο τύπος της στέγης, θα πρέπει να εξεταστούν οι μέθοδοι τοποθέτησης του συστήματος. Τα ηλιακά ηλεκτρικά και θερμικά συστήματα, με το στοιχείο της ανύψωσης, πρέπει να στερεωθούν στο κτίριο μέσω βιδών, σπειρωμάτων κ.λπ. Ακολουθούν τρεις κοινές μέθοδοι τοποθέτησης για τα ηλιακά συστήματα στην στέγη:

- Καμπύλες - Κοινή μέθοδος τοποθέτησης όπου το σύστημα αγκυρώνεται σε μπλοκ ή δοκούς που είναι προσαρτημένες στην οροφή, ενώ απαιτούνται διατρήσεις στην οροφή.
- Βάσεις - Ράβδοι/βίδες με σπείρωμα ασφαλίζουν το σύστημα στην στέγη μέσω πλακών βάσης, επιτρέποντας αποτελεσματικότερη στεγανοποίηση.
- Ράφια με έρμα - Χρησιμοποιούν πρόσθετο βάρος για την αγκύρωση των πάνελ στην στέγη. Η έλλειψη διατρήσεων στην στέγη μειώνει τις πιθανότητες διαρροών. Τα μειονεκτήματα που πρέπει να ληφθούν υπόψη περιλαμβάνουν το εμπόδιο της παραγωγής από τη συσσώρευση χιονιού και το υπερβολικό νεκρό βάρος.

Άλλα θέματα που σχετίζονται με τη στέγη και πρέπει να εξεταστούν είναι η παλαιότητα και η κατάσταση της στέγης. Η εγκατάσταση ενός συστήματος σε μια παλαιωμένη στέγη μπορεί να είναι προβληματική. Συνήθως, εάν η στέγη βρίσκεται κοντά στο τέλος της ζωής της, συνιστάται η αντικατάστασή της πριν προχωρήσει το έργο. Θα μπορούσε επίσης να ενσωματωθεί στο αντικείμενο του έργου εγκατάστασης Φ/Β.

### **Αρχιτεκτονικά ζητήματα**

Υπάρχουν πολλές διαφορετικές απόψεις σχετικά με την αισθητική των ηλιακών συλλεκτών. Συνήθως, η χρυσή τομή στοχεύει στο να υπάρχει ισορροπία μεταξύ της δημόσιας προβολής του ηλιακού εξοπλισμού και της ευαισθησίας στον αρχιτεκτονικό χαρακτήρα του κτιρίου. Η ορατότητα του συστήματος μπορεί να είναι κρίσιμη για τους στόχους του έργου και πρέπει να αντιμετωπιστεί από αρχιτεκτονική άποψη.

Ένα σημαντικό στοιχείο πολλών σχολικών έργων ανανεώσιμης ενέργειας είναι η ύπαρξη ενός δημόσιου περιπτέρου ή μιας οθόνης με δεδομένα παραγωγής ενέργειας σε πραγματικό χρόνο και πληροφορίες για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η ομάδα έργου πρέπει να διασφαλίσει ότι το περίπτερο ή την οθόνη εγκαθίστανται στις ροές κυκλοφορίας των χρηστών, ώστε να υπάρχει εύκολη οπτική αλληλεπίδραση με το σύστημα. Η θέση πρέπει να επιλέγεται με βάση το πού βρίσκονται οι άνθρωποι και όχι με βάση την ευκολότερη θέση σύνδεσης με το σύστημα.

Εάν το κτίριο έχει ιστορικό χαρακτηρισμό ή βρίσκεται εντός ιστορικής περιοχής (υπάρχουν διάφοροι τύποι ιστορικού χαρακτηρισμού), η ομάδα έργου ή ο σύμβουλος διαχείρισης θα πρέπει να εξετάσει πρόσθετες ρυθμιστικές πτυχές. Ένα ιστορικό κτίριο δεν αποκλείει ένα έργο ανανεώσιμης ενέργειας, αλλά ένας ιστορικός χαρακτηρισμός θα αλλάξει τη διαδικασία και θα κάνει το έργο πιο περίπλοκο.

### **Κατασκευαστικά ζητήματα ηλιακής ενέργειας**

Οι ηλιακές εγκαταστάσεις σε στέγη συχνά απαιτούν πρόσθετες κατασκευαστικές αξιολογήσεις. Το βάρος του εξοπλισμού (που αναφέρεται ως νεκρό φορτίο), η «ανεμοφόρτιση» (ανοδικές και καθοδικές δυνάμεις που προκαλούνται από τον άνεμο) και η «φόρτιση χιονιού» πρέπει να εκτιμηθούν για να καθοριστεί εάν το κτίριο έχει δομική αντοχή



για να φιλοξενήσει το σύστημα. Η αξιολόγηση αυτών απαιτεί την πρόσληψη ενός επαγγελματία δομοστατικού μηχανικού.

Η πρόσληψη ενός δομοστατικού μηχανικού από νωρίς στη διαδικασία μειώνει τον κίνδυνο να μείνει το έργο στάσιμο λόγω απρόβλεπτων τεχνικών ζητημάτων. Για μικρότερα, απλά έργα, οι επαγγελματικές υπηρεσίες μηχανικού μπορούν να ξεκινήσουν στα στάδια του σχεδιασμού και της αδειοδότησης, εάν όλα τα μέρη (προσωπικό του σχολείου που αφορά μηχανικούς/συντηρητές και ο αξιολογητής του χώρου) πιστεύουν ότι η ποιότητα της στέγης είναι καλή.

Τα μεγάλα έργα και οι ΑΠΕ που ενσωματώνονται στο κτίριο θα απαιτήσουν πιθανότατα μια τεχνική έκθεση προκειμένου να εξασφαλιστούν οι απαιτούμενες άδειες. Η εμπλοκή ενός δομοστατικού μηχανικού κατά τη φάση της αξιολόγησης βοηθά, εάν η στέγη δεν έχει στατική επάρκεια, ενώ μπορεί να είναι απαραίτητη μια διαφορετική προσέγγιση, όπως ένα ηλιακό έργο τοποθέτησης επί εδάφους. Τα κατασκευαστικά ζητήματα του κτιρίου μπορεί να είναι ένας παράγοντας που αλλάζει τα δεδομένα σε ένα έργο και η λήψη των πληροφοριών εξ αρχής μπορεί να εξοικονομήσει χρόνο και χρήμα.

Ιδανικά, ο δομοστατικός μηχανικός θα πρέπει να έχει προηγούμενη εμπειρία με ηλιακά έργα. Ένας ειδικός αξιολογητής του χώρου θα είναι σε θέση να συστήσει μια εξειδικευμένη τεχνική εταιρεία. Οι τεχνικές εταιρείες που έχουν αναλάβει έργα από τη σχολική περιφέρεια στο παρελθόν αποτελούν επίσης μια εξαιρετική πηγή για συστάσεις.

### **Ζητήματα ηλιοθερμικής μηχανικής**

Η παραγωγή ζεστού νερού συνήθως «παράγεται» επί τόπου, οπότε τα ηλιοθερμικά συστήματα πρέπει να σχεδιάζονται ώστε να ανταποκρίνονται περισσότερο στα φορτία του κτιρίου. Τα ηλιοθερμικά συστήματα διαθέτουν δεξαμενές αποθήκευσης για την αποθήκευση της ηλιακής παραγωγής θερμότητας μέχρι να την απαιτήσει το σύστημα. Σε αντίθεση με τα ηλιακά ηλεκτρικά συστήματα, ένα ηλιακό θερμικό σύστημα πρέπει να αποθηκεύει την περίσσεια επί τόπου ή να τη σπαταλά.

Ο χώρος, το βάρος (το νερό είναι βαρύ!) και οι θερμοκρασιακοί περιορισμοί περιορίζουν την ποσότητα θερμότητας που μπορεί να αποθηκεύσει μια δεξαμενή. Μόλις η αποθήκευση γεμίσει, η συλλογή θερμότητας πρέπει να σταματήσει ή η περίσσεια θερμότητας πρέπει να διαχυθεί. Η διακοπή της συλλογής θερμότητας επιτυγχάνεται ευκολότερα με ένα σύστημα αποστράγγισης, αλλά, όπως αναφέρεται στις γενικές περιγραφές του συστήματος, τα συστήματα αποστράγγισης απαιτούν ειδικές σχεδιαστικές εκτιμήσεις.

### **Κατασκευαστικά ζητήματα αιολικής ενέργειας**

Για τα αιολικά έργα, υπάρχει μια παρόμοια ισορροπία μεταξύ του αντικειμένου του έργου και του κατά πόσον είναι απαραίτητος ένας μηχανικός. Τα μικρά έργα μπορούν να περιμένουν τη φάση του σχεδιασμού, ενώ τα μεγαλύτερα έργα μπορεί να απαιτούν συμβούλους μηχανικούς στη φάση της αξιολόγησης. Στην περίπτωση των αιολικών, τα σχετικά ζητήματα είναι η καταλληλότητα του εδάφους για τη θεμελίωση και ο θόρυβος ή άλλες πιθανές οχλήσεις. Για μεγαλύτερα έργα, υπάρχουν διαθέσιμοι σχετικοί επαγγελματίες

και ένας αξιολογητής χώρου με την κατάλληλη για την κλίμακα του έργου τεχνογνωσία, ο οποίος γνωρίζει με ποιον μπορεί να επικοινωνήσει για τις υπηρεσίες αυτές.

### **Ηλεκτρικά θέματα**

Κάθε έργο που παράγει ηλεκτρική ενέργεια απαιτεί αξιολόγηση της ισχύος και της κατάστασης του ηλεκτρικού συστήματος του κτιρίου. Το ηλεκτρικό σύστημα του κτιρίου πρέπει να έχει επαρκή χωρητικότητα για να μεταφέρει με ασφάλεια την πρόσθετη ηλεκτρική ενέργεια που παρέχεται από την εγκατάσταση ανανεώσιμης ενέργειας. Εάν τα έγγραφα του κτιρίου είναι επικαιροποιημένα και άμεσα διαθέσιμα, μπορεί να αρκεί η παροχή αυτών των πληροφοριών στον αξιολογητή. Σε άλλες περιπτώσεις, μπορεί να χρειαστεί να κληθεί ηλεκτρολόγος μηχανικός στην αρχή του έργου για να προσδιοριστεί η σκοπιμότητα.

### **Βήμα 4 - Υλοποίηση της αξιολόγησης**

Η ομάδα αξιολόγησης θα προσλάβει έναν επαγγελματία αξιολογητή με βάση τους στόχους του έργου, τις προτεραιότητες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και το αντικείμενο της αξιολόγησης. Σε γενικές γραμμές, ένας αξιολογητής ηλιακών εγκαταστάσεων μπορεί να κάνει τις εργασίες σε μία ημέρα, εκτός αν χρειαστεί να ακολουθήσουν εργασίες που σχετίζονται με δομικά ζητήματα στέγης ή ζητήματα ηλεκτρικής υποδομής που απαιτούν επαγγελματική γνωμοδότηση.

Παρομοίως, μια αξιολόγηση μικρού αιολικού χώρου μπορεί να γίνει σε μια ημέρα, αλλά για ένα μεγαλύτερο έργο κλίμακας κοινής ωφέλειας, η πλήρης αξιολόγηση του χώρου μπορεί να διαρκέσει αρκετούς μήνες, ή ακόμη και ένα χρόνο, εάν απαιτούνται δώδεκα ολόκληροι μήνες παρακολούθησης δεδομένων ανέμου.

Ο αξιολογητής μπορεί να επανέλθει με ερωτήσεις και αν η ομάδα μπορεί να απαντήσει σε αυτές τις ερωτήσεις με ακρίβεια και ταχύτητα, τα αποτελέσματα θα είναι καλύτερα. Ένα μέλος της ομάδας θα πρέπει να λειτουργεί ως σύνδεσμος επικοινωνίας, ώστε ο αξιολογητής να μπορεί να επικοινωνήσει με αυτό το άτομο και αν δεν μπορεί να απαντήσει στην ερώτηση, να βρει κάποιον άλλο που μπορεί. Ένα άτομο που ασχολείται με τη μηχανική/συντήρηση του κτιρίου μπορεί να είναι μια καλή επιλογή, καθώς μπορεί να παρέχει πρόσβαση στους χώρους της εγκατάστασης όταν είναι απαραίτητο.

Σε περίπτωση που δεν είναι διαθέσιμος ένας πλήρως καταρτισμένος αξιολογητής ή όταν ένας πιθανός εργολάβος εγκατάστασης παρέχει την υπηρεσία, η σχολική ομάδα που ηγείται της αξιολόγησης μπορεί να χρειαστεί να εμπλακεί περισσότερο στη διαδικασία, θέτοντας ερωτήσεις σχετικά με τον τρόπο που γίνεται η αξιολόγηση.

### **Βήμα 5 - Παραλαβή της έκθεσης και αξιολόγηση του αποτελέσματος**

Έλεγχος των αποτελεσμάτων και σύγκριση με όσα ήδη γνωρίζει κανείς. Λείπει κάτι ή η έκθεση υποδεικνύει πρόσθετες ερωτήσεις; Συνέιξη της επικοινωνίας με τον αξιολογητή, εφόσον είναι απαραίτητο.

Οι ομάδες αξιολόγησης και έργου θα πρέπει να αναμένουν μια γραπτή έκθεση που να ανταποκρίνεται στις ανάγκες της ομάδας έργου και σε τυχόν απαιτήσεις επιστροφών. Η

ομάδα έργου θα πρέπει να εξετάσει την έκθεση σε συνάντηση με τον αξιολογητή, ο οποίος μπορεί να παρουσιάσει την έκθεση και να απαντήσει σε ερωτήσεις.

Σε αυτό το σημείο, η μελλοντική πορεία μπορεί να είναι ξεκάθαρη, καθώς η έκθεση αξιολόγησης υποδηλώνει ότι οι στόχοι, οι αιολικοί ή ηλιακοί πόροι και η τοποθεσία μπορούν να υποστηρίξουν ένα έργο. Η ομάδα έργου μπορεί τώρα να προχωρήσει με τον λεπτομερή σχεδιασμό του έργου.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, η αξιολόγηση θα καταδείξει ότι οι αιολικοί ή ηλιακοί πόροι στο σχολείο είναι ελάχιστοι ή ότι σημαντικά κατασκευαστικά, ηλεκτρικά ή ενεργειακά εμπόδια θέτουν το έργο σε αμφισβήτηση. Αν και απογοητευτικό, η αποδοχή ενός σαφώς δυσμενούς αποτελέσματος θα αποτρέψει τη σπατάλη χρημάτων και χρόνου σε ένα ανεφάρμοστο έργο. Το σχολείο μπορεί να ακολουθήσει εναλλακτικές προσεγγίσεις για την ενεργειακή βιωσιμότητα και την ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στους εκπαιδευτικούς στόχους. Μπορεί να εξετασθεί ένα μικρότερο έργο, να γίνει στροφή από ένα ηλιακό σε κτίριο σε ένα ηλιακό επί εδάφους ή να επενδύσει κανείς σε ένα σύστημα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας εκτός του σχολικού χώρου. Σε κάθε περίπτωση, το σχολείο έχει ουσιαστικές ευκαιρίες να επενδύσει στην ενεργειακή απόδοση που όχι μόνο ικανοποιούν πολλούς στόχους βιωσιμότητας, αλλά συνοδεύονται και από ελκυστικές οικονομικές αποδόσεις.

## 6.4 Μελέτες Περίπτωσης

### 6.4.1 Μελέτη Περίπτωσης: Γυμνάσιο East Ridge

**Τύπος έργου ΑΠΕ:** Αιολική Ενέργεια

#### **Περιγραφή**

Η σχολική περιφέρεια της κομητείας South Washington σχεδίασε την εγκατάσταση ανεμογεννήτριας ισχύος 1 έως 2 μεγαβάτ το 2008 ή το 2009 στο πλαίσιο της κατασκευής του νέου λυκείου East Ridge. Κανένα σύστημα δεν έχει εγκατασταθεί, αν και το σχολείο συνεχίζει να αξιολογεί τις επιλογές.

#### **Στόχοι του έργου**

Ο πρωταρχικός στόχος της περιφέρειας ήταν να παράγει σημαντικό μέρος της ενέργειας του σχολείου μέσω ανανεώσιμης πηγής ενέργειας που παράγεται εντός του σχολείου, χρησιμεύοντας τόσο ως επίδειξη βιωσιμότητας όσο και ως μακροπρόθεσμο μέτρο εξοικονόμησης κόστους. Οι δευτερεύοντες στόχοι περιλάμβαναν ευκαιρίες χρήσης του συστήματος ως εκπαιδευτικού εργαλείου στην τάξη.

#### **Ιστορικό**

Το 2003, ο διευθυντής ενέργειας της σχολικής περιφέρειας South Washington, άρχισε να εξετάζει επιλογές για απλά, αλλά αποτελεσματικά προγράμματα για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας στην περιφέρεια και την εκπαίδευση των μαθητών στο θέμα αυτό. Η διοίκηση του σχολείου άρχισε επίσης να ενδιαφέρεται όλο και περισσότερο για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Όταν η περιφέρεια άρχισε να σχεδιάζει την κατασκευή του νέου γυμνασίου East Ridge στο Woodbury, το προσωπικό των εγκαταστάσεων είδε την ευκαιρία να κάνει κάτι μεγαλύτερο. Το προσωπικό άρχισε να αξιολογεί τη δυνατότητα εγκατάστασης ενός συστήματος ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που θα παρείχε σημαντική ποσότητα ενέργειας για το σχολείο. Σκέφτηκαν αρχικά μια ηλιακή συστοιχία, αλλά το

μέγεθος ενός συστήματος ικανού να παράγει την απαιτούμενη ενέργεια ήταν απαγορευτικά ακριβό, και έτσι προσανατολίστηκαν στην αιολική ενέργεια. Το προσωπικό συνεργάστηκε με διάφορες τεχνικές εταιρείες για να αναπτύξει σχέδια για μια ανεμογεννήτρια ισχύος 1 έως 2 μεγαβάτ στο χώρο του σχολείου, η οποία θα είχε ύψος περίπου 190 πόδια και θα παρήγαγε αρκετή ενέργεια για να καλύψει το 30-50% των ενεργειακών αναγκών του σχολείου.

### **Θέματα αξιολόγησης**

Ενώ η αρχική ιδέα ήταν να ενσωματωθεί το σύστημα αιολικής ενέργειας στην κατασκευή του σχολείου, μια σειρά από ζητήματα αξιολόγησης επιβράδυναν το αιολικό έργο. Οι ανεμογεννήτριες κοινής ωφέλειας τοποθετούνται συνήθως με βάση μετρήσεις ταχύτητας ανέμου διάρκειας έως και ενός έτους στο πιθανό ύψος του πυλώνα. Τέτοιες μετρήσεις δεν μπορούσαν να περιληφθούν στο χρονοδιάγραμμα κατασκευής του σχολείου. Η θέση της θεμελίωσης της ανεμογεννήτριας και του πυλώνα επιλέχθηκε έτσι με βάση την τοπογραφία της περιοχής και την προτεινόμενη θέση του σχολικού κτιρίου και άλλων εγκαταστάσεων και όχι με βάση τη μέτρηση της αιολικής ενέργειας.

Κατά την προσέγγιση της πόλης Woodbury με την ιδέα της αιολικής ενέργειας, η Περιφέρεια ανακάλυψε ότι η πόλη δεν είχε οδηγίες ζώνης για συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Η σχολική περιφέρεια προχώρησε στο σχεδιασμό του έργου. Ωστόσο, καθώς η ενημέρωση για τα σχέδια εξαπλώθηκε, άρχισαν να εμφανίζονται αντιδράσεις από κατοίκους και ιδιοκτήτες γης κοντά στην περιοχή. Οι ιδιοκτήτες γης εξέφρασαν ανησυχίες σχετικά με τις αρνητικές επιπτώσεις στην αξία των ακινήτων, την πτώση της θερμοκρασίας και την ασφαλή ζώνη πτώσης σε περίπτωση που η ανεμογεννήτρια ανατραπεί σε καταιγίδα. Οι πολεοδόμοι του Δήμου άρχισαν να αναπτύσσουν το διάταγμα για την εναλλακτική ενέργεια με τη συμβολή των πολιτών. Όλα αυτά συνέβαιναν ενώ βρισκόταν σε εξέλιξη η κατασκευή του γυμνασίου East Ridge.

Το έργο έφτασε σε ένα σημείο όπου το σχολείο έπρεπε να αποφασίσει αν θα προχωρούσε στην εγκατάσταση της υποδομής για τη σχεδιαζόμενη τουρμπίνα ή θα περίμενε την απόφαση του Δήμου. Η αναβολή αυτού του μέρους του συνολικού έργου θα αύξανε το κόστος, οπότε το σχολείο επέλεξε να προχωρήσει με την εγκατάσταση και να υποβάλει αιτήσεις για τις άδειες.

Δυστυχώς, επειδή δεν υπήρχαν πολλά παραδείγματα αστικών ανεμογεννητριών και λόγω της αντίθεσης των γειτονικών ιδιοκτητών γης, ο Δήμος αποφάσισε να μην εκδώσει άδειες για μια ανεμογεννήτρια σε αυτή τη θέση. Υπήρχαν άλλες τοποθεσίες στην ιδιοκτησία του σχολείου όπου ο Δήμος υπέδειξε ότι μια ανεμογεννήτρια θα ήταν πιο αποδεκτή, ωστόσο ο αγωγός είχε ήδη εγκατασταθεί, για τη σύνδεση του σχολείου με την αρχική θέση. Τα σχέδια για την ανεμογεννήτρια σταμάτησαν.

### **Προοπτικές για το μέλλον**

Αυτή τη στιγμή το σχολείο εξετάζει το ενδεχόμενο εγκατάστασης μιας σημαντικά μικρότερης ανεμογεννήτριας 40 kW στην αρχική τοποθεσία. Ο πυλώνας θα είναι πολύ μικρότερος και επομένως θα συμμορφώνεται με τη νέα δημοτική διάταξη. Οι αξιωματούχοι της περιφέρειας λένε ότι το σχολείο επιδιώκει πιθανές ευκαιρίες χρηματοδότησης για το σύστημα, αλλά η πρόοδος θα καθυστερήσει πιθανότατα μέχρι να μειωθούν οι επιπτώσεις της τρέχουσας οικονομικής ύφεσης. Το προσωπικό της περιφέρειας εξετάζει επίσης το ενδεχόμενο να

κατασκευάσει μια μικρή ηλιακή συστοιχία κάπου στη σχολική περιφέρεια, η οποία θα συνδέεται με εκπαιδευτικές ευκαιρίες.

#### 6.4.2 Μελέτη Περίπτωσης: Hartley Nature Center

**Τύπος έργου ΑΠΕ:** Ηλιακό ηλεκτρικό σύστημα, Γεωθερμία

##### Περιγραφή

Το Nature Center διαθέτει πέντε διαφορετικά συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ως εξής:

- **Ηλιακό σύστημα συνδεδεμένο με το δίκτυο:** Δύο ηλιακές συστοιχίες με πάνελ ονομαστικής ισχύος 165 watt η καθεμία, μία σταθερή τοποθετημένη στην στέγη και ένα σύστημα tracker-rope. Το σύστημα που είναι τοποθετημένο στην στέγη θα παράγει ηλεκτρική ενέργεια έως 11,8 kW και το σύστημα tracker-rope, το οποίο διατηρεί τη μέγιστη παραγωγή με τη σωστή κλίση προς τον ήλιο, θα παράγει ηλεκτρική ενέργεια έως 1,3 kW. Το ηλιακό σύστημα συνδέεται με το δίκτυο, που σημαίνει ότι όταν παράγεται επιπλέον ενέργεια πέραν των αναγκών του κτιρίου, αυτή επιστρέφει στο ηλεκτρικό δίκτυο και το Nature Center πιστώνεται για αυτήν στο λογαριασμό του. Η ενέργεια που παράγεται είναι συνεχούς ρεύματος και επομένως μετατρέπεται σε εναλλασσόμενο ρεύμα πριν χρησιμοποιηθεί. Οι έξι αντιστροφείς «Sunhy Boy» μετατρέπουν την ενέργεια σε εναλλασσόμενο ρεύμα και παρακολουθούν την παραγωγή ενέργειας. Σε μια ηλιόλουστη ημέρα οι ηλιακοί συλλέκτες μπορούν να παράγουν έως και 13,1 kW ηλεκτρικής ενέργειας.
- **Ηλιακός τοίχος:** Ο τοίχος βρίσκεται στη νότια πλευρά του κτιρίου και είναι κατασκευασμένος από υλικό που απορροφά τη θερμότητα του ήλιου. Ένας ανεμιστήρας στο εσωτερικό του δημιουργεί αρνητική πίεση αέρα και τραβάει το οριακό στρώμα που θερμαίνεται από την ηλιακή ακτινοβολία μέσω των οπών του συστήματος. Ο φρέσκος αέρας που εισέρχεται μπορεί να θερμανθεί έως και 54 βαθμούς F, γεγονός που μπορεί να μειώσει δραματικά το ενεργειακό κόστος θέρμανσης. Ο θερμαινόμενος αέρας ταξιδεύει στη συνέχεια στην εισαγωγή αέρα του κτιρίου και στο τυπικό σύστημα θέρμανσης, εξαερισμού και κλιματισμού του κτιρίου.
- **Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας:** Ένα κλειστό γεωθερμικό σύστημα οριζόντιου βρόχου που αποτελείται από ένα μίλι σπειροειδούς πλαστικού σωλήνα που θάβεται οκτώ έως δέκα πόδια κάτω από το έδαφος μπροστά από το κτίριο. Το σύστημα μεταφέρει ρευστό σε κλειστό σύστημα από και προς την εσωτερική μονάδα εναλλαγής θερμότητας. Το ρευστό είναι ένας από τους δύο τύπους αντιψυκτικού: προπυλενογλυκόλη ή μεθυλική αλκοόλη. Αυτά τα διαλύματα μεταφοράς θερμότητας αναμειγνύονται με νερό για να σχηματίσουν ένα διάλυμα για συγκεκριμένες κλιματικές και εδαφικές συνθήκες. Μια γεωθερμική αντλία θερμότητας της Econar Energy Systems συμπιέζει το ρευστό για την εξαγωγή της θερμότητας και στη συνέχεια ένας εναλλάκτης θερμότητας τη μεταφέρει σε ένα ρευστό που ρέει μέσα από περισσότερες πλαστικές σπείρες που είναι τοποθετημένες σε δάπεδο σκυροδέματος.

##### Στόχοι του έργου

Η πρόθεση ανάπτυξης του κτιρίου ήταν να περιλαμβάνει έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, που θα ενσωματωθούν στο πρόγραμμα σπουδών για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Στόχος ήταν η εγκατάσταση και η μοντελοποίηση συστημάτων εναλλακτικής ενέργειας με τη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον ήλιο, τη χρήση λαμπτήρων και φωτιστικών σωμάτων εξοικονόμησης ενέργειας και την εξάσκηση σε τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας.

### **Ιστορικό**

Το Hartley Nature Center είναι ένας ανεξάρτητος, μη κερδοσκοπικός οργανισμός που διοικείται από διοικητικό συμβούλιο. Είναι αφοσιωμένοι στην περιβαλλοντική εκπαίδευση για όλους τους ανθρώπους, εστιάζοντας στη νεολαία σχολικής ηλικίας από τη γύρω περιοχή. Το πάρκο είναι περίπου 650 στρέμματα και ένα «πράσινο» κτίριο 7.500 τετραγωνικών ποδιών παρέχει καταφύγιο, εκθέματα, αίθουσες διδασκαλίας και χώρους γραφείων.

Μετά από χρόνια σχεδιασμού και συγκέντρωσης κεφαλαίων, το «πράσινο» κτίριο ολοκληρώθηκε το 2003 για να φιλοξενήσει την ανάπτυξη της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και της διαχείρισης, που περιλαμβάνει βιώσιμο σχεδιασμό, χρήση ανακυκλωμένων και μη τοξικών υλικών κατασκευής, συστήματα ΑΠΕ και χαρακτηριστικά διατήρησης ενέργειας. Το κέντρο εξυπηρετεί περισσότερους από 20.000 επισκέπτες ετησίως, συμπεριλαμβανομένων περισσότερων από 12.000 παιδιά μέσω εκδρομών, ειδικών εκδηλώσεων και δημόσιων προγραμμάτων.

### **Θέματα αξιολόγησης**

Η ομάδα έργου είχε αρχικά την πρόθεση να εγκαταστήσει μια επιτόπια ανεμογεννήτρια στο Hartley Nature Center. Η εταιρεία κοινής ωφέλειας του κέντρου, η Minnesota Power, συνεργάστηκε με την ομάδα έργου για την αξιολόγηση της αιολικής ενέργειας. Η εταιρεία ανέλυσε την αιολική πηγή στην τοποθεσία Hartley και διαπίστωσε ότι επειδή το Hartley βρισκόταν «σε μια μικρή λεκάνη», ο αιολικός πόρος ήταν φτωχός. Η ομάδα του έργου εξέτασε επίσης το ενδεχόμενο να τοποθετήσει μια ανεμογεννήτρια σε κοντινές θέσεις, εκτός του χώρου, που είχαν καλύτερους αιολικούς πόρους, αλλά η εφοδιαστική της μεταφοράς ενέργειας στο κέντρο από μια απομακρυσμένη ανεμογεννήτρια αποδείχθηκε τεράστια. Μια εναλλακτική λύση ήταν να αξιολογηθεί η τοποθεσία ως προς το δυναμικό της ηλιακής ενέργειας. Το προσωπικό του Hartley οργάνωσε μια αξιολόγηση της ηλιακής εγκατάστασης, και αφού έλαβε θετική αξιολόγηση, ακολούθησε αυτή την πορεία και ξεκίνησε τη διαδικασία σχεδιασμού.

### **Διαδικασία**

Τα συστήματα εγκαταστάθηκαν ταυτόχρονα με την κατασκευή του κτιρίου και λεπτομέρειες σχετικά με τα προβλήματα, τους εθελοντές ή άλλα θέματα εγκατάστασης δεν ήταν γνωστές, καθώς ο σημερινός διευθυντής ήρθε μετά την ολοκλήρωση του κτιρίου.

### **Χρηματοδότηση**

Η κύρια πηγή χρηματοδότησης για το ηλιακό σύστημα συνδεδεμένο με το δίκτυο ήταν ύψους 250.000 δολαρίων από την Minnesota Power.

### **Ενεργειακή απόδοση**

Το σταθερό σύστημα που είναι τοποθετημένο στην στέγη δεν παράγει την ισχύ που προσφέρει το σύστημα με τον tracker pole. Οι λογαριασμοί ρεύματος είναι πιο επωφελείς

κατά τους καλοκαιρινούς μήνες με μέσους μηνιαίους λογαριασμούς γύρω στα 50 έως 60 δολάρια, οι οποίοι παρέχουν περίπου 90% απόδοση. Το χειμώνα, ωστόσο, οι λογαριασμοί μπορεί να φτάσουν μέχρι και τα 800 δολάρια το μήνα. Το χιόνι στο σύστημα μειώνει την απόδοση και το συμπέρασμα ήταν ότι στο μέλλον όλα τα συστήματα θα πρέπει να είναι τύπου tracker pole ή να έχουν τουλάχιστον 46 μοίρες γωνία. Το σύστημα tracker pole ξεπέρασε στην πραγματικότητα τις προσδοκίες.

**Εικόνα 12: Οι μαθητές ενός τοπικού σχολείου επισκέπτονται το κινητό τρέιλερ εναλλακτικής ενέργειας του Hartley Nature Center και μαθαίνουν για την ηλιακή τεχνολογία**

