

1. Αλγόριθμος εποπτείας συστήματος διανομής ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση μη επανδρωμένων αεροσκαφών

Η παρακολούθηση της κατάστασης των δικτύων διανομής είναι πολύ σημαντική για τις επιχειρήσεις ηλεκτρικής ενέργειας ώστε να εξασφαλιστεί η αξιοπιστία, η ικανοποίηση των πελατών και η μείωση του λειτουργικού κόστους. Εκτιμάται ότι οι επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας στις ΗΠΑ χάνουν έως το 3,5% των ετήσιων εσόδων τους λόγω κλοπής ηλεκτρικού ρεύματος. Ως εκ τούτου, είναι ζωτικής σημασίας η συνεχής παρακολούθηση του δικτύου. Αν και το σύστημα μεταφοράς, συνήθως, παρακολουθείται πλήρως, είναι δυνατή μόνο η μερική παρακολούθηση του συστήματος διανομής. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι είναι οικονομικά ανέφικτο να παρακολουθείται πλήρως λόγω του σχετικού μεγάλου αριθμού ζυγών και γραμμών σε σύγκριση με το σύστημα μεταφοράς. Στην πραγματικότητα, σε μερικά συστήματα διανομής παρακολουθείται μόνο το 0,1% των ζυγών τους. Η κατάσταση του συστήματος διανομής παρακολουθείται με την εγκατάσταση συσκευών μέτρησης SCADA η οποία είναι πολύ δαπανηρή και γίνεται σε περιορισμένους ζυγούς του συστήματος. Κατά συνέπεια, η απώλεια της παρατηρησιμότητας του συστήματος είναι αναπόφευκτη. Οι ζυγοί αυτοί πρέπει να επιλέγονται προσεκτικά ώστε να μεγιστοποιείται η παρατηρησιμότητα του συστήματος όσο το δυνατόν περισσότερο και να παρακολουθούνται διαφορετικά τμήματα του συστήματος. Για την αντιμετώπιση της πρόκλησης της παρακολούθησης των δικτύων διανομής σε κατάλληλο επίπεδο παρατήρησης με ελάχιστο προϋπολογισμό, προτείνεται η χρήση μη επανδρωμένων αεροσκαφών που είναι εξοπλισμένα με αισθητήρες για την παρακολούθηση διαφόρων θέσεων σε διαφορετικές χρονικές περιόδους. Η παρακολούθηση μπορεί να γίνει με τη σύνδεση των αισθητήρων προσωρινά στη γραμμή για να επιτρέψει τη μέτρηση των τάσεων και των ρευμάτων. Έτσι, δεν υπάρχει ανάγκη να τοποθετηθεί μια μονάδα μέτρησης σε κάθε ζυγό.

[1] Y. Gao, B. Foggo and N. Yu, "A Physically Inspired Data-Driven Model for Electricity Theft Detection with Smart Meter Data," IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 15, no. 9, pp. 5076-5088, Sept. 2019.

[2] O. Samuelsson, M. Hemmingsson, A. H. Nielsen, K. O. H. Pedersen and J. Rasmussen, "Monitoring of power system events at transmission and distribution level," IEEE Trans. on Power Sys., vol. 21, no. 2, pp. 1007-1008, May 2006.

[3] P. E. T. Martins, M. Oleskovicz, A. L. d. S. Pessoa and I. de Moura Faria, "Optimized allocation of power quality monitors in distribution systems considering fault location," 2018 18th International Conf. on Harmonics and Quality of Power (ICHQP), Ljubljana, Slovenia, 2018, pp. 1-6.

[4] IEC 61850:2021- Communication networks and systems for power utility automation [Online]. Available: <https://www.iec.ch/>

[5] C. Chaudet, E. Fleury, I. Guérin-Lassous, H. Rivano, and M.-E. Voge, "Optimal positioning of active and passive monitoring devices," CoNEXT 2005, Oct 2005, Toulouse, France.

[6] J. Burgués and S. Marco, "Environmental chemical sensing using small drones: A review", Science of the Total Environment, vol. 748, p. 141172, 2020.

[7] D. Wu et al., "ADDSEN: Adaptive Data Processing and Dissemination for Drone Swarms in Urban Sensing," IEEE Transactions on Computers, vol. 66, no. 2, pp. 183-198, 1 Feb. 2017.

2. Ποσοτικοποίηση κλιματικών παραγόντων που επηρεάζουν την ανθεκτικότητα των κρίσιμων υποδομών ηλεκτρικής ενέργειας.

Οι υποδομές των δικτύων ηλεκτρικής ενέργειας είναι ιδιαίτερα εκτεθειμένες στις καιρικές και κλιματικές συνθήκες ως άθροισμα όλων των καιρικών συνθηκών σε μία συγκεκριμένη θέση. Η υποδομή των δικτύων μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας είναι ζωτικής σημασίας, καθώς ζημιές σε ένα μόνο σημείο τους μπορεί να οδηγήσουν σε βλάβες σε ολόκληρο το δίκτυο. Αρκετές μελέτες τα τελευταία χρόνια κατέδειξαν πόσο ευάλωτες είναι οι εν λόγω υποδομές σε κλιματικές επιδράσεις και πόσο σημαντικό είναι να αναληφθεί δράση για την αύξηση της ανθεκτικότητάς τους. Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, όπως η αυξημένη συχνότητα ακραίων καιρικών φαινομένων ή η αλλαγή των θερμοκρασιών του νερού και του αέρα, επηρεάζουν τη ζήτηση ενέργειας, την παραγωγή και τη μεταφορά ενέργειας. Η προσαρμογή στις κλιματολογικές μεταβολές θα πρέπει, συνεπώς, να εξετάζεται κατά τα στάδια σχεδιασμού και λειτουργίας των συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας σε εγχώριο αλλά και σε ευρωπαϊκό επίπεδο.

[1] Ebinger, J. & Vergara, W. (2011): Climate Impacts on Energy Systems. Key issues for energy sector adaptation. World Bank study. Washington. (<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/2271>)

[2] Rademaekers, K. et al. (2011): Investment needs for future adaptation measures in EU nuclear power plants and other electricity generation technologies due to effects of climate change. Final report. Published by European Commission. Brussels. (http://ec.europa.eu/energy/nuclear/studies/doc/2011_03_eur24769-en.pdf)

[3] Williamson, L.E.; Connor, H. & Moezzi, M. (2009): Climate-proofing Energy Systems. (www.helio-international.org)

[4] McCallum S., Dworak T., Prutsch A., Kent N., Mysiak J., Bosello F., Klostermann J., Dlugolecki A., Williams E., König M., Leitner M., Miller K., Harley M., Smithers R., Berglund M., Glas N., Romanovska L., van de Sandt K., Bachschmidt R., Völler S., Horrocks L. (2013): Support to the development of the EU Strategy for Adaptation to Climate Change: Background report to the Impact Assessment, Part I – Problem definition, policy context and assessment of policy options. Environment Agency Austria, Vienna. (https://ec.europa.eu/clima/system/files/2016-11/background_report_part1_en.pdf)

[5] <https://standards.globalspec.com/std/13493775/EN%2050160>

[6] CEER (2015): CEER benchmarking report 5.2 on the Continuity of Electricity Supply. Data update. Brussels. (<https://webfileservice.nve.no/API/PublishedFiles/Download/201506197/1577423>)

[7] Panteli M.; Mancarella P. (2015): Influence of extreme weather and climate change on the resilience of power systems: Impacts and possible mitigation strategies. Electric Power Systems Research 127: 259–270.

3. Μελέτη ροής αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού και ανακύκλωση σπάντων γαιών.

Η ανακύκλωση αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ) είναι η διαδικασία μετατροπής των αποβλήτων αυτών σε προϊόντα ίδιας ή διαφορετικής χρήσης, αφού έχουν προηγηθεί συγκεκριμένα στάδια επεξεργασίας που έχουν ως αποτέλεσμα την αφαίρεση των

επικινδύνων στοιχείων από αυτά και την ανάκτηση των αξιοποιήσιμων υλικών τους. Το πρόβλημα της ανακύκλωσης των ΑΗΗΕ είναι πολύπλευρο και συνδέεται με σημαντικά ζητήματα όπως η εξάντληση των πρώτων υλών και των αποθεμάτων τους αλλά και με τα ιδιαίτερα περιβαλλοντικά προβλήματα του πλανήτη. Άλλα εξίσου σημαντικά ζητήματα, συναφή με το θέμα της ανακύκλωσης, τα οποία έχουν οικονομικό αλλά και κοινωνικό περιεχόμενο να είναι η ποιότητα των συνθηκών εργασίας των ανθρώπων που συμμετέχουν στις δραστηριότητες της ανακύκλωσης και ο καταμερισμός εργασίας μεταξύ των πλούσιων και φτωχών κρατών του πλανήτη. Κατά την διάρκεια των τελευταίων ετών, η ραγδαία αύξηση των τεχνολογικών καινοτομιών επέφερε την αύξηση της ζήτησης για σπάνιες γαίες. Ένα σημαντικό μέρος αυτής της αύξησης οφείλεται στις λεγόμενες "πράσινες τεχνολογίες" που συμβάλλουν στην προστασία του περιβάλλοντος, υπό την έννοια της μείωσης της ενεργειακής κατανάλωσης, την περαιτέρω ανάπτυξη των εφαρμογών ανανεώσιμων πηγών ή τον έλεγχο της μόλυνσης του αέρα.

[1] Bakas I., Fischer C., Haselsteiner S., McKinnon D., Milios L., et al., "Present and potential future recycling of critical metals in WEEE ", Copenhagen Resource Institute, 2014.

[2]Cucchiella F., D'Adamo I., Lenny Koh S. C. and Rosa P., "Recycling of WEEEs: an economic assessment of present and future e-waste streams", *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 51, 2015, pp. 263–272.

[3] Fonti V., Amato A. and Beolchini F., "Urban biomining: new challenges for a successful exploitation of WEEE by means of a biotechnological approach", *Microbiol. Miner. Met. Mater. Environ.* 13, 2015, pp. 329–358.

[4] Gu Y., Wu Y., Xu M., Mu X. and Zuo T., "Waste electrical and electronic equipment (WEEE) recycling for a sustainable resource supply in the electronics industry in China", *J. Cleaner Prod.*, 127, 2016, pp. 331-338.

[5] Solmer J. S. and Stoll R. G., "United States: Electronic Waste - New Developments", Folley and Lardner, MA, USA, 2007.

[6] Sommer P., Rotter V. S. and Ueberschaar M., "Battery related cobalt and REE flows in WEEE treatment", *Waste Manage.*, 45, 2015, pp. 298-305.

4. Βέλτιστη τοποθέτηση σταθμών φόρτισης ηλεκτροκίνητων οχημάτων σε δίκτυα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.

Η μεγαλύτερη πρόκληση στην ευρύτερη εφαρμογή των ηλεκτροκίνητων οχημάτων είναι η ανάγκη εγκατάστασης υποδομών φόρτισης. Τα ηλεκτροκίνητα οχήματα είναι γνωστά για τα πλεονεκτήματά τους σε σύγκριση με τα αυτοκίνητα με κινητήρες εσωτερικής καύσης. Μεταξύ αυτών είναι οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις, η υψηλότερη αξιοπιστία, καλύτερη δυναμική συμπεριφορά κλπ. Ξεκινώντας από τα πρώτα οχήματα στα μέσα της δεκαετίας του 1800 και σε όλη την εποχή των οδικών μεταφορών, οι εταιρείες έχουν αναπτύξει και κατασκευάζουν σειρές ηλεκτροκίνητων οχημάτων. Τα σημαντικότερα εμπόδια για την υιοθέτησή τους ήταν η περιορισμένη εμβέλεια ταξιδιού λόγω της ανώριμης τεχνολογίας μπαταριών, το μεγάλο χρονικό διάστημα για ανεφοδιασμό (φόρτιση), και απουσία σταθμών φόρτισης. Η συγκεκριμένη εργασία στοχεύει στην ανάπτυξη ενός αλγόριθμου εύρεσης των βέλτιστων θέσεων εγκατάστασης σταθμών φόρτισης σε ένα σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας.

[1] S. W. Hadley and A. A. Tsvetkova, "Potential impacts of plug-in hybrid electric vehicles on regional power generation," *Elect. J.*, vol. 22, no. 10, pp. 56–68, Dec. 2009.

- [2] S. Letendre and R. A. Watts, "Effects of plug-in hybrid electric vehicles on the Vermont electric transmission system," in Proc. Transport. Res. Board Annu. Meeting, 2009, pp. 11–15.
- [3] M. F. Shaaban, M. Ismail, E. F. El-Saadany, and W. Zhuang, "Real-time PEV charging/discharging coordination in smart distribution systems," IEEE Trans. Smart Grid, vol. 5, no. 4, pp. 1797–1807, Jul. 2014.
- [4] I. S. Bayram, M. Ismail, M. Abdallah, K. Qaraqe, and E. Serpedin, "A pricing-based load shifting framework for EV fast charging stations," in Proc. IEEE Int. Conf. Smart Grid Commun. (SmartGridComm), 2014, pp. 680–685.
- [5] M. Wang, M. Ismail, X. Shen, E. Serpedin, and K. Qaraqe, "Spatial and temporal online charging/discharging coordination for mobile PEVs," IEEE Wireless Commun., vol. 22, no. 1, pp. 112–121, Feb. 2015.
- [6] M. Wang et al., "A semi-distributed V2V fast charging strategy based on price control," in Proc. IEEE Glob. Commun. Conf. (GLOBECOM), 2014, pp. 4550–4555.
- [7] M. Wang et al., "Spatio-temporal coordinated V2V energy swapping strategy for mobile PEVs," IEEE Trans. Smart Grid, vol. 9, no. 3, pp. 1566–1579, May 2018.
- [8] B. Sun, Z. Huang, X. Tan, and D. H. K. Tsang, "Optimal scheduling for electric vehicle charging with discrete charging levels in distribution grid," IEEE Trans. Smart Grid, vol. 9, no. 2, pp. 624–634, Mar. 2018.