

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU THÍ ĐIỂM ĐIỆN MẶT TRỜI LẮP MÁI NỔI LƯỚI TẠI VIỆT NAM



CÁC ĐƠN VỊ PHỐI HỢP THỰC HIỆN

- Tập đoàn Điện Lực Việt Nam
- Hội Điện Lực Việt Nam
- Cục Điều Tiết Điện Lực, Bộ Công Thương (ERAV)
- Trường đại học Bách Khoa Hà Nội (HUST)
- Trường đại học Điện Lực

I. Các nội dung nghiên cứu của Đề án

1. Lựa chọn một số đối tượng ở các miền có công suất lắp đặt 1-5kWp hoặc lớn hơn để nghiên cứu.
2. Lắp đặt các thiết bị đo đếm chuyên dùng để theo dõi thường xuyên và lâu dài hoạt động của các công trình ĐMTLMNL.
3. Truyền và xử lý tập trung các dữ liệu đo đếm được nhằm: xác định các thông số vận hành thực tế; xây dựng các đặc tính điện hình; mô phỏng tác động của ĐMT đến lưới lân cận điểm kết nối; ghi nhận các thông số khác.
4. Nghiên cứu tác động của giá điện (giá theo thời điểm sử dụng - TOU và giá điện bậc thang) đến chỉ tiêu tài chính của các công trình, từ đó đề xuất những kiến nghị liên quan đến việc hỗ trợ giá nhằm khuyến khích phát triển ĐMTLMNL tại Việt Nam.
5. Góp ý kiến cho các qui định liên quan đến ĐMT trong các văn bản pháp luật của Việt Nam.

II. Một số công trình ĐMTLMNL cho hộ gia đình và nhà công cộng

Cấu trúc và các thông số kỹ thuật của các phần tử chính trong một số công trình điện mặt trời lắp mái nổi lưới dùng cho hộ gia đình và nhà công cộng được giới thiệu ở hình 1, 2, bảng 1, bảng 2.

Bảng 1. Các thông số kỹ thuật cơ bản của ĐMTLMNL cho hộ gia đình

Tính năng/ Thông số	Đơn vị	Công trình			
		1	2	3	4
1. Thông số chung					
- Công suất lắp đặt	kWp	1	1	1,5	5
- Diện tích lắp đặt	m ²	6.5	6.5	9.7	35
- Tổng chi phí đầu tư	triệu VNĐ	30	55	80	182,5
- Thời gian bắt đầu vận hành	tháng/ năm	12/ 2015	09/ 2015	08/ 2015	02/ 2016
- Thời gian bắt đầu thu thập dữ liệu từ xa	-	04/01/ 2016	08/1/2 016	5/1/20 16	30/1/2 016

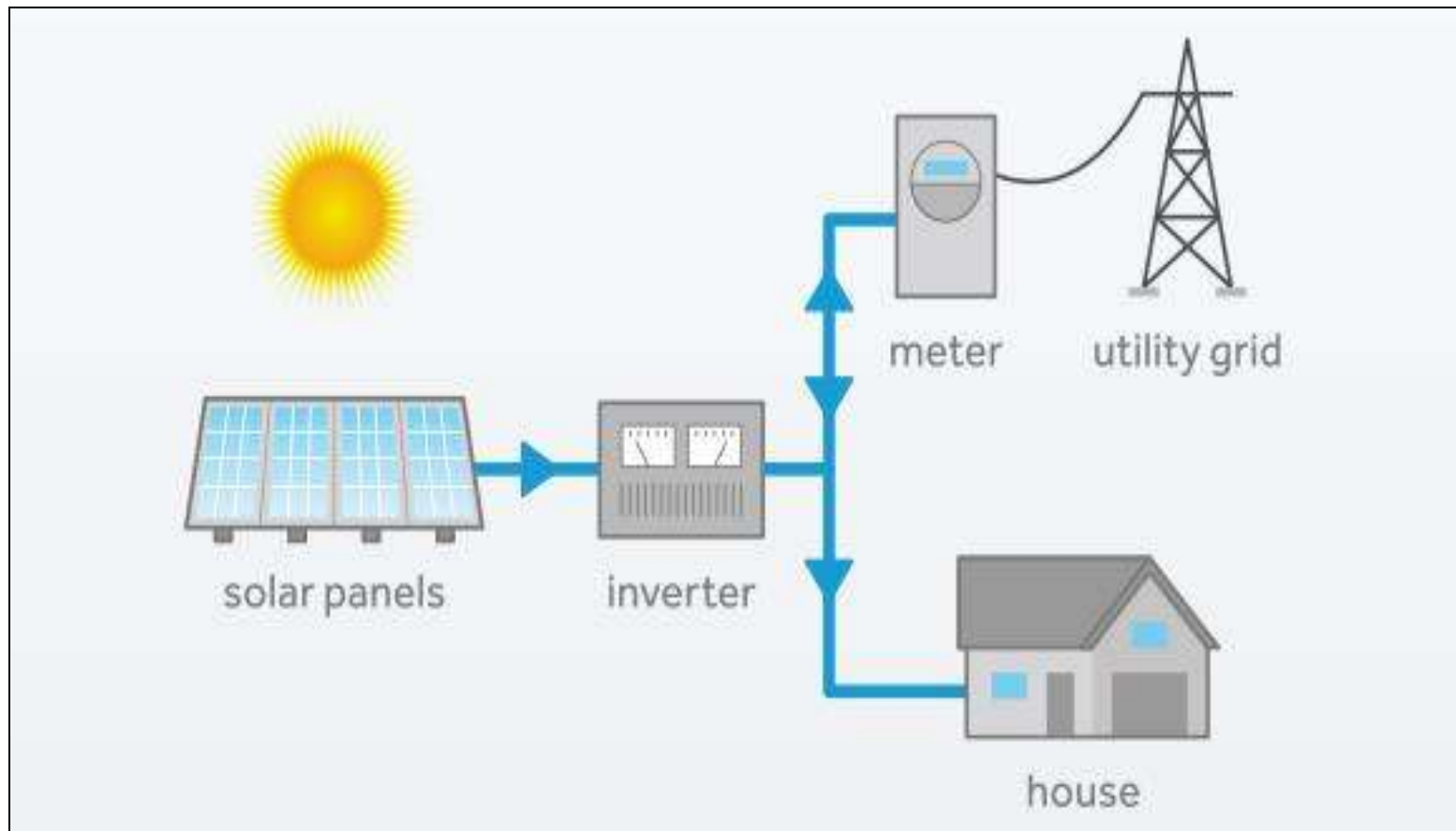
2. Môđun PV					
- Loại		Đa C-Si			
- Công suất danh định (Pmax)	Wp	230	250	250	250
- Điện áp ở Pmax (Vmp)	V	29.6	29.6	30.2	30.2
- Dòng điện ở Pmax (Imp)	A	7.79	7.79	8.28	8.28
- Điện áp hở mạch (Voc)	V	37.02	37.02	37.7	37.7
- Dòng ngắn mạch (Isc)	A	8.34	8.34	8.37	8.37
- Hiệu suất modul	%	95	95	95	95
- Điện áp vận hành tối đa	V	1000	1000	1000	1000
3. Inverter					
- Loại Invertor		CPC/IT (VN)		AST (VN)	
a. Đầu vào DC					
- Công suất DC tối đa ($\cos\varphi = 1$)	W	300	3	1400	5000
- Điện áp đầu vào tối đa	V	48	48	96	500
- Dải điện áp tại điểm công suất cực đại (MPP) 25°C/50°C	V	16 - 48	16 - 48	52 - 96	250 - 450
- Điện áp đầu vào danh định	V	39	39	62	350
- Dòng đầu vào tối đa (I_{DCmax})	A	27	27	27	15

b. Đầu ra AC					
- Công suất danh định ở 25 ⁰ C/50 ⁰ C	VA	250	250	1200	4500
- Điện áp danh định đầu ra	V	229	229	228	225
- Tần số danh định	Hz	50	50	50	50
- Dòng đầu ra tối đa	A	1.2	1.2	7.5	25
- Hệ số sóng hài tối đa	%	<3%	<3%	<3%	<3%
- Số pha dòng điện	-	1	1	1	1
- Hiệu suất tối đa	%	96	96	97	97
4. Hệ thống đo lường, giám sát					
- Điện áp chuỗi modul PV	V	39	39	52	350
- Dòng điện chuỗi modul PV	A	1.3	1.3	3	13
- Điện áp DC đầu vào Invertor	V	39	39	52	350
- Dòng điện DC đầu vào Invertor	A	1.3	1.3	3	12.5
- Điện áp AC đầu ra Invertor	V	227	227	228	225
- Dòng điện AC đầu ra Invertor	A	0.2	0.2	0.7	22
- Bức xạ mặt trời	kWh/m ² /năm	4.9 - 5.7			
- Nhiệt độ môi trường	⁰ C	25	25	22	34
- Sai số đo lường điện	%	1	1	1	1
Thời gian đo lường, giám sát	phút	60	60	60	60

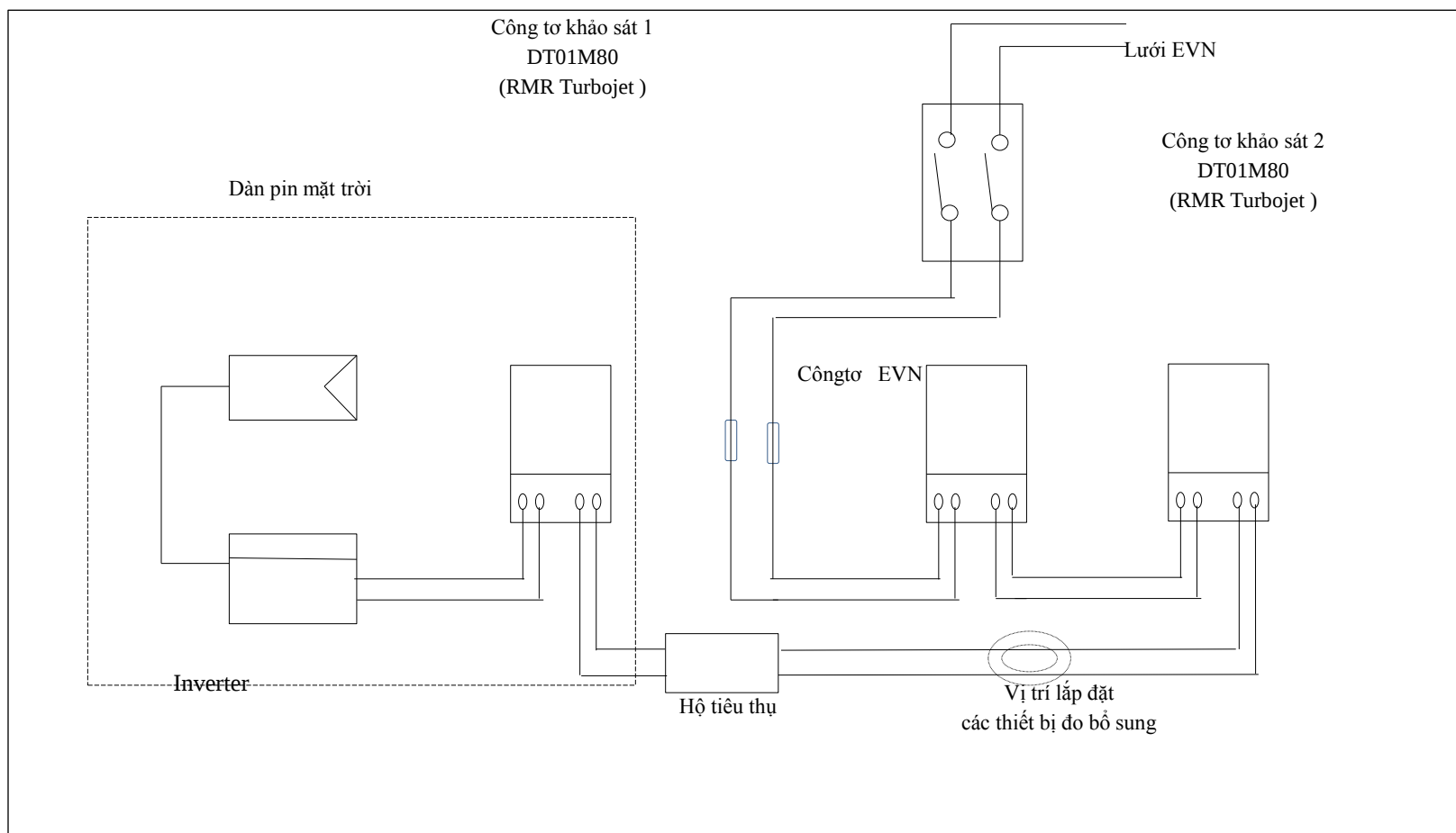
Bảng 2. Các thông số kỹ thuật cơ bản của ĐMTLMNL cho nhà công cộng

STT	Tính năng/ Thông số	Đơn vị	Công trình
1	Thông số chung		
	- Công suất lắp đặt	kWp	140
	- Diện tích lắp đặt	m ²	1163,6
	- Thời gian bắt đầu vận hành	Tháng/năm	4/2016
2	Mô-đun PV		
	- Loại	-	đa tinh thể C-Si
	- Công suất danh định (P_{max})	Wp	265
	- Điện áp ở Pmax (V_{mp})	V	31,4
	- Dòng điện ở Pmax (I_{mp})	A	8,44
	- Hiệu suất modul	%	16,19%
	- Kích thước mỗi tấm	dài*rộng*cao (mm)	1.650mm x 992mm x 40mm
3	Inverter		
	- Loại Invertor	-	Sunny Tripower
	a. Đầu vào DC		
	- Công suất DC tối đa ($\cos\phi = 1$)	W	20440
	- Điện áp đầu vào tối đa	V	1000
	- Dòng đầu vào tối đa (I_{DCmax})	A	33
	b. Đầu ra AC		
	- Công suất danh định ở 25°C/50°C	W	20000
	- Điện áp danh định đầu ra	V	380
	- Tần số danh định	Hz	50
	- Dòng đầu ra tối đa	A	29
	- Hiệu suất tối đa	%	98,4

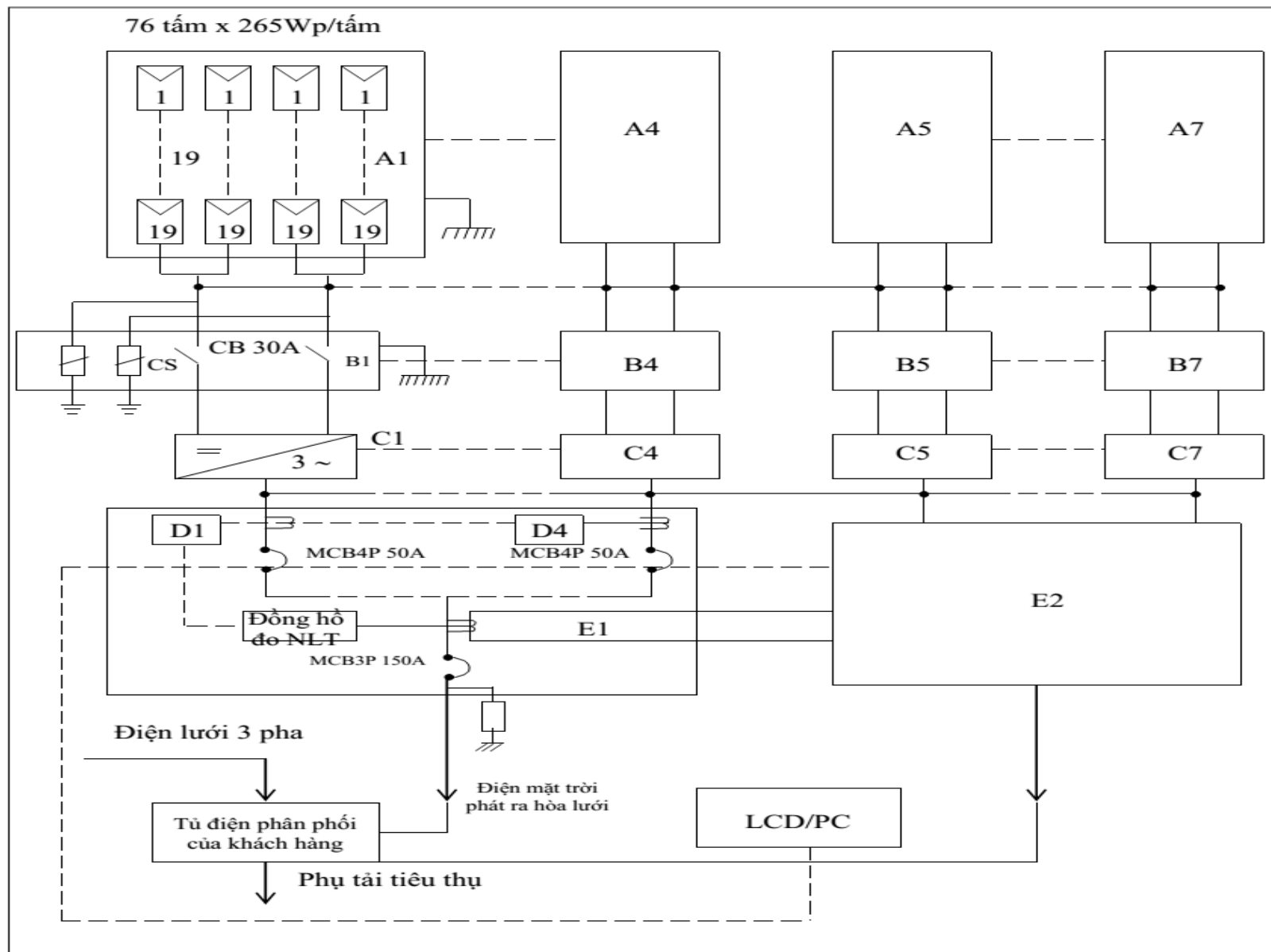
Sơ đồ lắp đặt thiết bị của các hệ thống ĐMTLMNL



(a) Sơ đồ cấu trúc



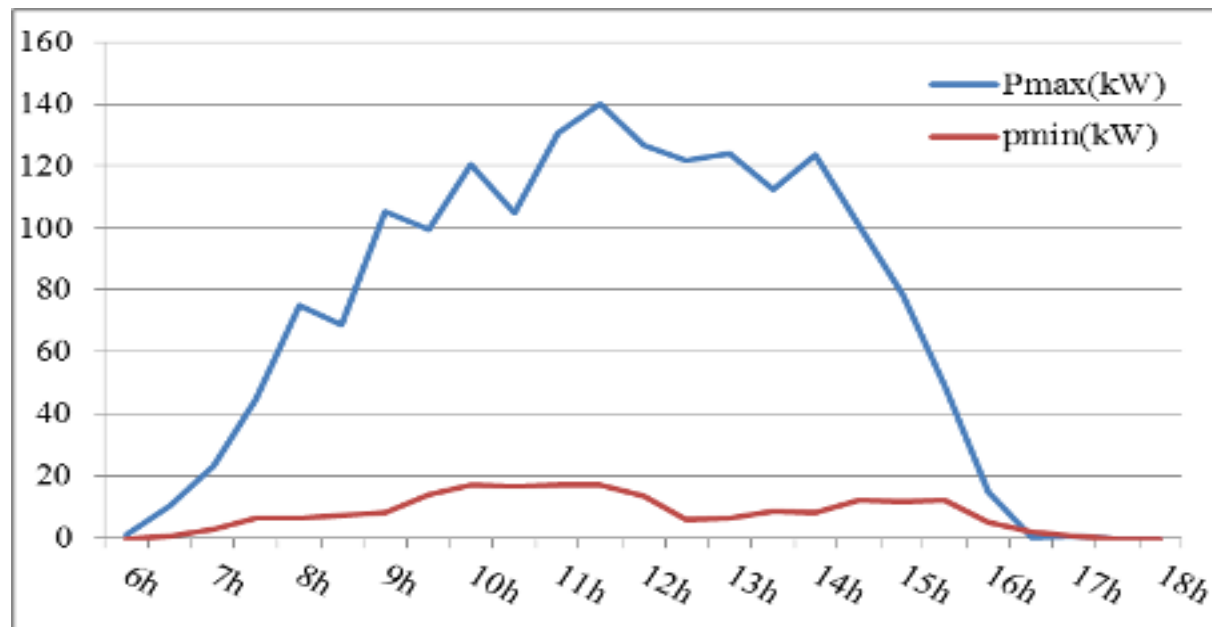
(b) Sơ đồ lắp đặt thiết bị để thu thập dữ liệu từ xa
Hình 1. Hệ thống ĐMTLMNL cho nhà ở tư nhân



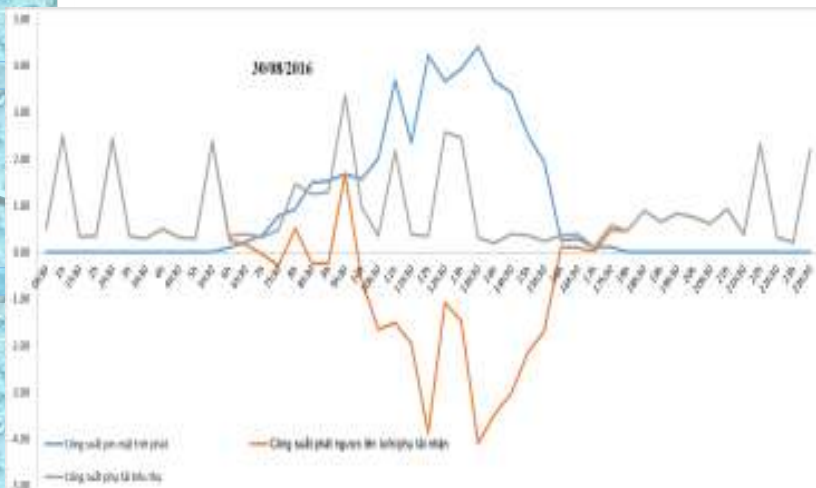
Hình 2. Sơ đồ lắp đặt thiết bị để thu thập dữ liệu từ xa của hệ thống ĐMTLMNL cho nhà công cộng

III. Các số liệu thu thập được

Từ các số liệu thu được qua hệ thống đo lường và thu thập dữ liệu từ xa, có thể xây dựng các đặc tính vận hành của các công trình ĐMTLMNL cho nhà công cộng (hình 3) và cho hộ tư nhân (hình 4) và bao gồm: Biểu đồ phát công suất theo ngày của môđun PV; Biểu đồ phụ tải ngày của hộ tiêu thụ; Biểu đồ trao đổi công suất của nguồn ĐMT với hệ thống



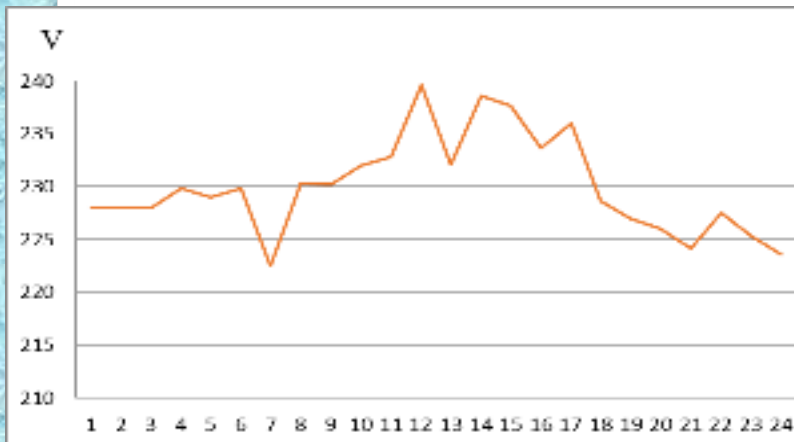
Hình 3. Biểu đồ của ngày PV phát công suất lớn nhất (7/8/2016) và bé nhất (5/11/2016) của công trình ĐMTLMNL cho nhà công cộng minh họa



a) $P_{PV\max} = 4.4\text{kW}$ (30/08/2016)



b) $P_{PV\min} = 1.01\text{ kW}$ (13/05/2016)



c) Điện áp U (30/08/2016)



d) Điện áp U (13/05/2016)

Hình 4. Biểu đồ của ngày PV phát công suất lớn nhất (a) và bé nhất (b) cùng với biến thiên điện áp tại điểm đầu nối trong ngày được khảo sát cho nhà tư nhân

IV. Xử lý số liệu thống kê và xây dựng một số đặc tính vận hành đặc trưng

Để đánh giá được các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật của công trình ĐMTLMNL cần xác định một số thông số và biểu đồ vận hành đặc trưng trong năm:

- Biểu đồ ngày phát công suất cực đại và cực tiểu.
- Giới hạn dao động điện áp tại điểm đầu nối trong quá trình vận hành.
- Giá trị công suất phát trung bình (kì vọng) cho từng giờ trong ngày của từng tháng (mùa) trong năm.
- Công suất phát của môđun PV thay đổi liên tục theo thời gian phụ thuộc vào nhiều yếu tố ngẫu nhiên.
- Kì vọng (giá trị trung bình hoặc trung tâm phân bố):

$$M[X] = m_x = \sum x_i/n \quad (1)$$

- Độ tán xạ của X:

$$D[X] = \sigma^2 = M[X - m_x]^2 = (x_i - m_x)^2/n \quad (2)$$

- Công suất đặt của các công trình ĐMTLMNL được quy về hệ đơn vị tương đối:

$$P^* = P/P_{cb} \quad (3)$$

- Điện áp:

$$U^* = U/U_{cb} = U/U_{đđ} \quad (4)$$

- Thời gian:

$$t^* = t/t_{cb} \quad (5)$$

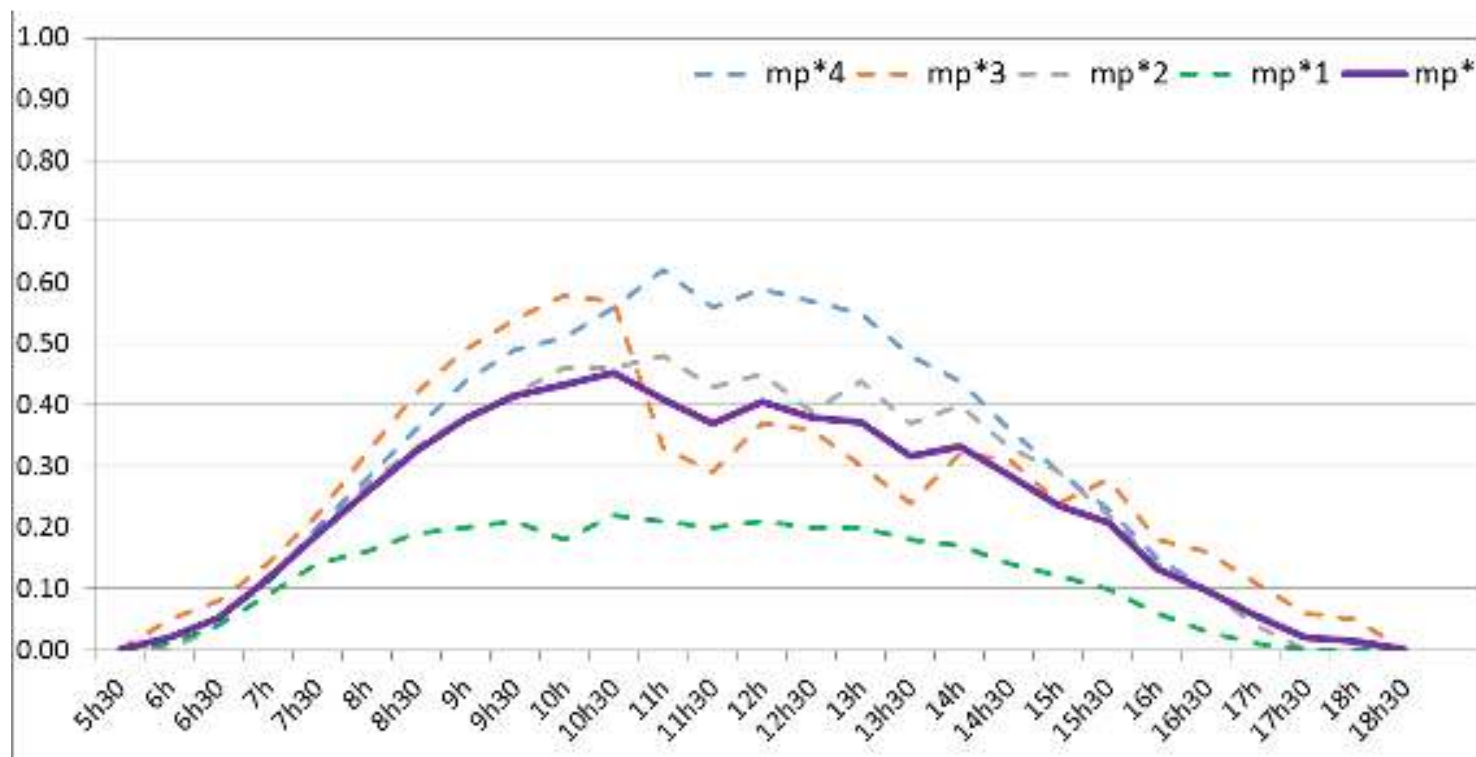
Trong đó: x_i - giá trị đo được trong khảo sát thứ i ; n - số lần khảo sát được thực hiện.

σ - sai số (độ lệch) trung bình bình phương của đại lượng ngẫu nhiên

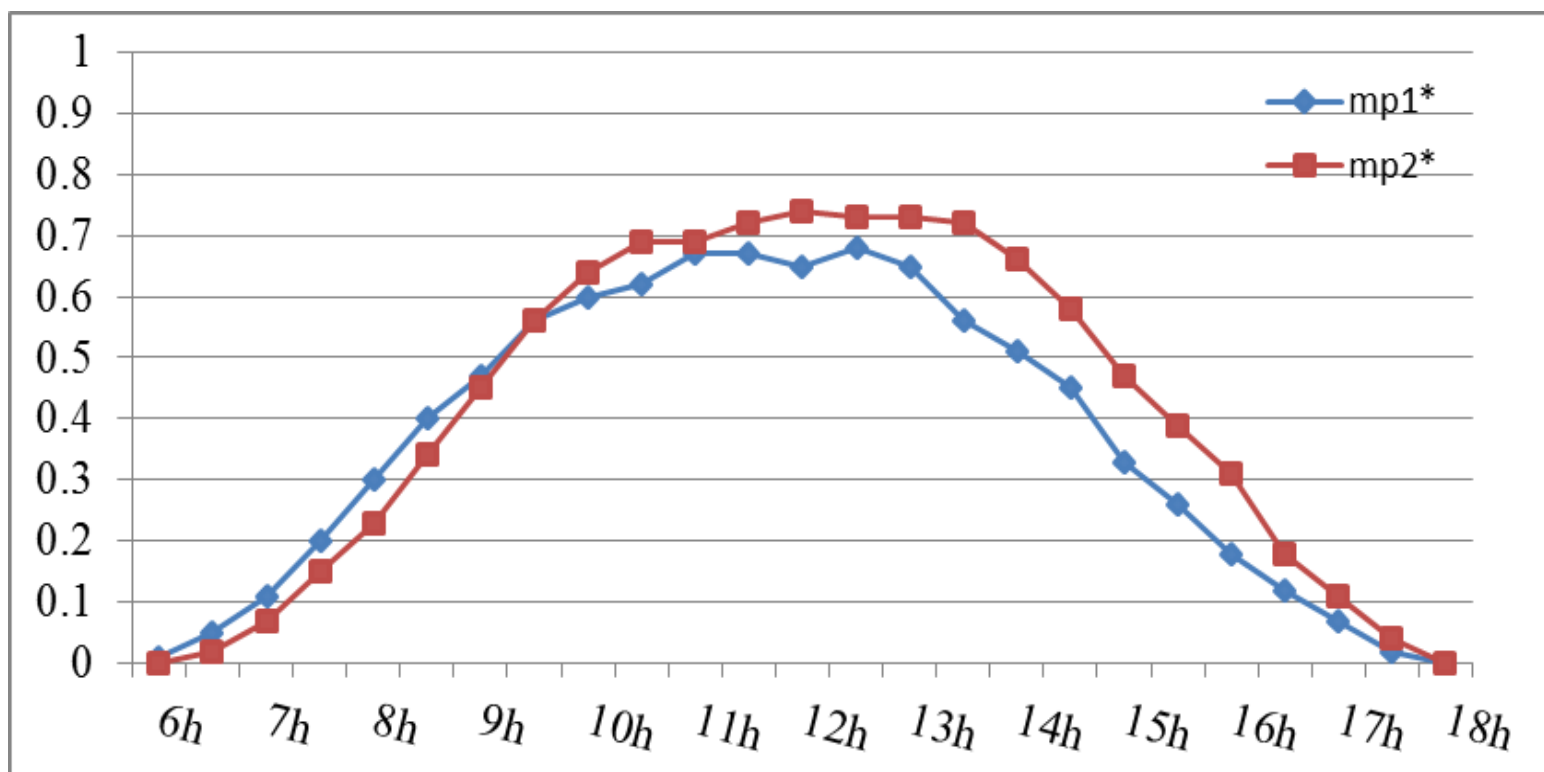
P - công suất đo được (kW); P_{cb} - công suất cơ bản được chọn bằng công suất đặt của dàn PV (kWp)

t - thời gian cơ bản là khoảng thời gian khảo sát

1. Công suất và điện năng phát trung bình



Hình 5. Biểu đồ công suất trung bình ngày của các công trình ĐMTLMNL được khảo sát cho nhà ở tư nhân (tháng 08/2016)

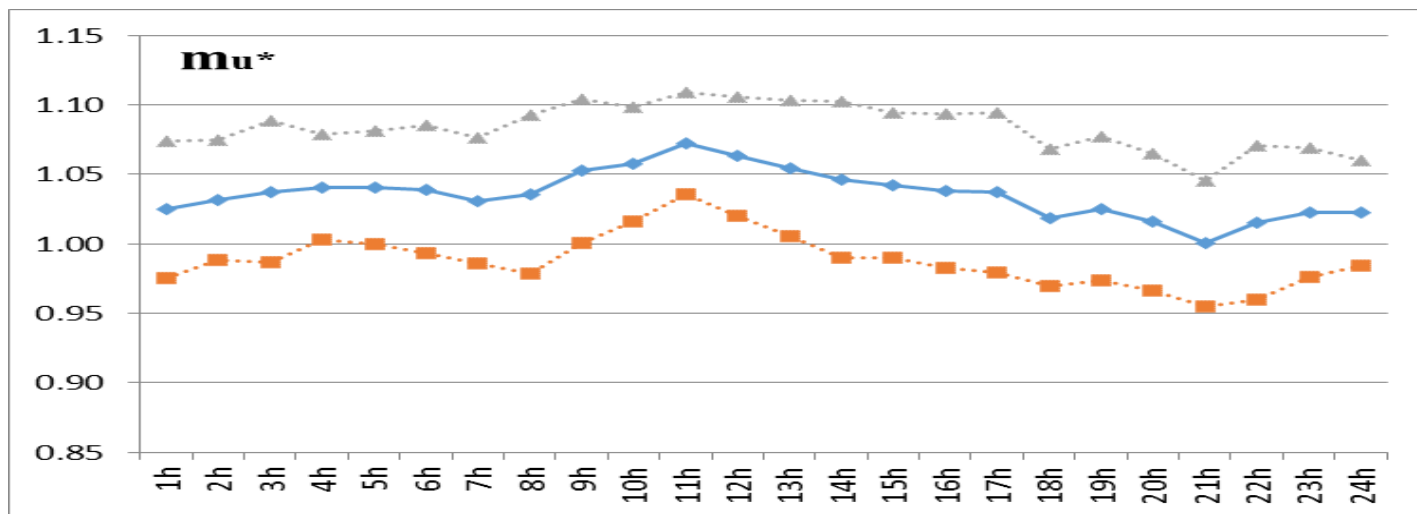


Hình 6. Biểu đồ công suất trung bình ngày của các công trình ĐMTLMNL được khảo sát nhà công cộng minh họa

2. Biến thiên điện áp tại điểm đầu nối

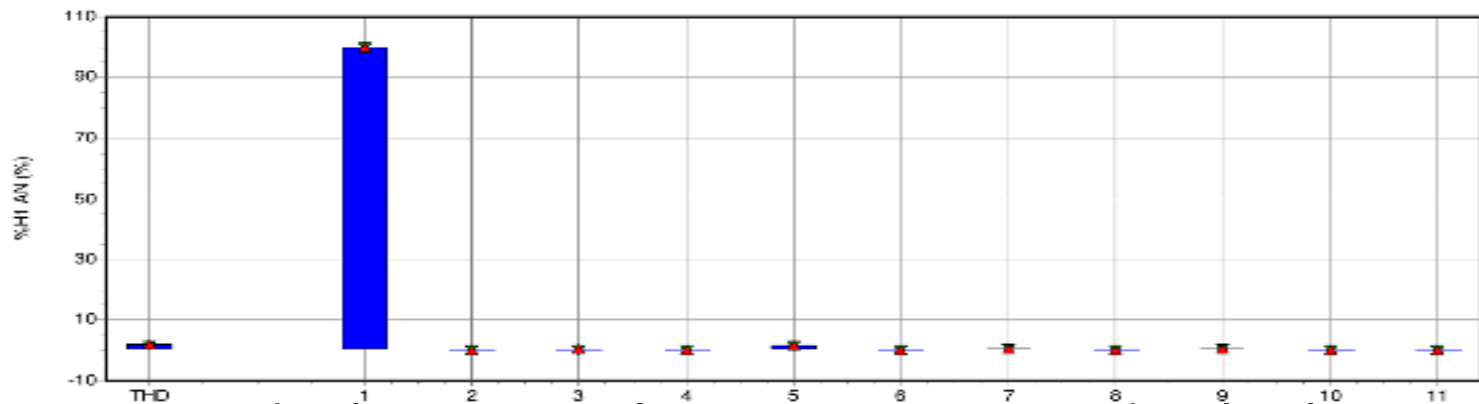
Bảng 3. *Kì vọng biến thiên m_u và sai số trung bình bình phương của điện áp tại điểm đầu nối trong ngày (08/2016)*

Giờ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
m_{u^*}	1.02	1.03	1.04	1.04	1.04	1.04	1.03	1.04	1.05	1.06	1.07	1.06	1.05	1.05	1.04	1.04	1.04	1.02	1.03	1.02	1.0	1.02	1.02	1.02
σ_{u^*}	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
$m_{u^*} - 3\sigma_{u^*}$	0.98	0.99	0.99	1.00	1.00	0.99	0.99	0.98	1.00	1.02	1.04	1.02	1.01	0.99	0.99	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.95	0.96	0.98	0.98
$m_{u^*} + 3\sigma_{u^*}$	1.07	1.07	1.09	1.08	1.08	1.09	1.08	1.09	1.10	1.10	1.11	1.11	1.10	1.10	1.09	1.09	1.09	1.07	1.08	1.07	1.05	1.07	1.07	1.06

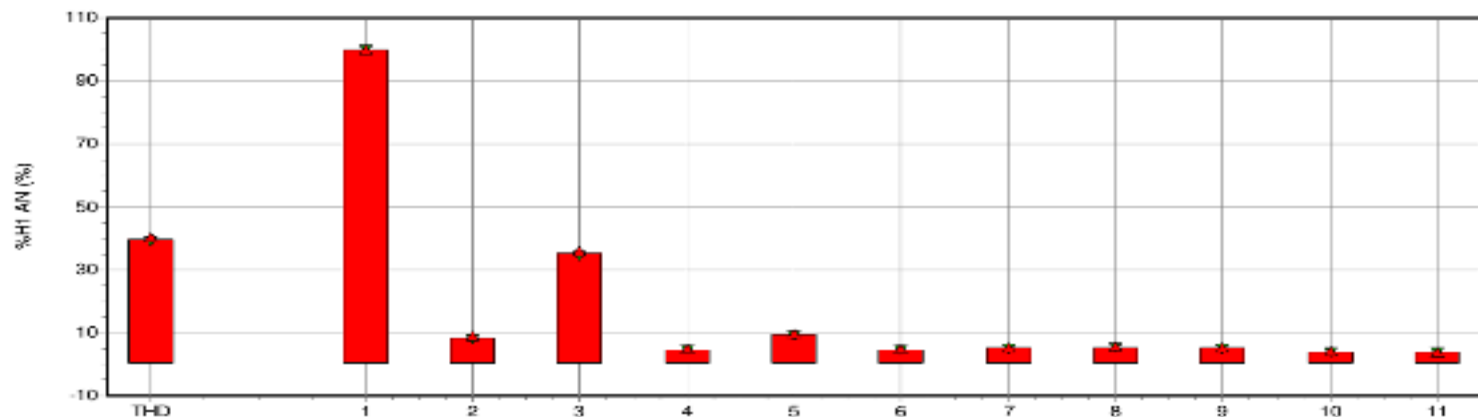


Hình 7. *Biểu đồ biến thiên điện áp tại điểm đầu nối trong ngày (08/2016)*

3. Vấn đề sóng hài



Hình 8. Biểu đồ các thành phần sóng hài điện áp tại điểm đầu nối trong ngày của công trình nhà tư nhân

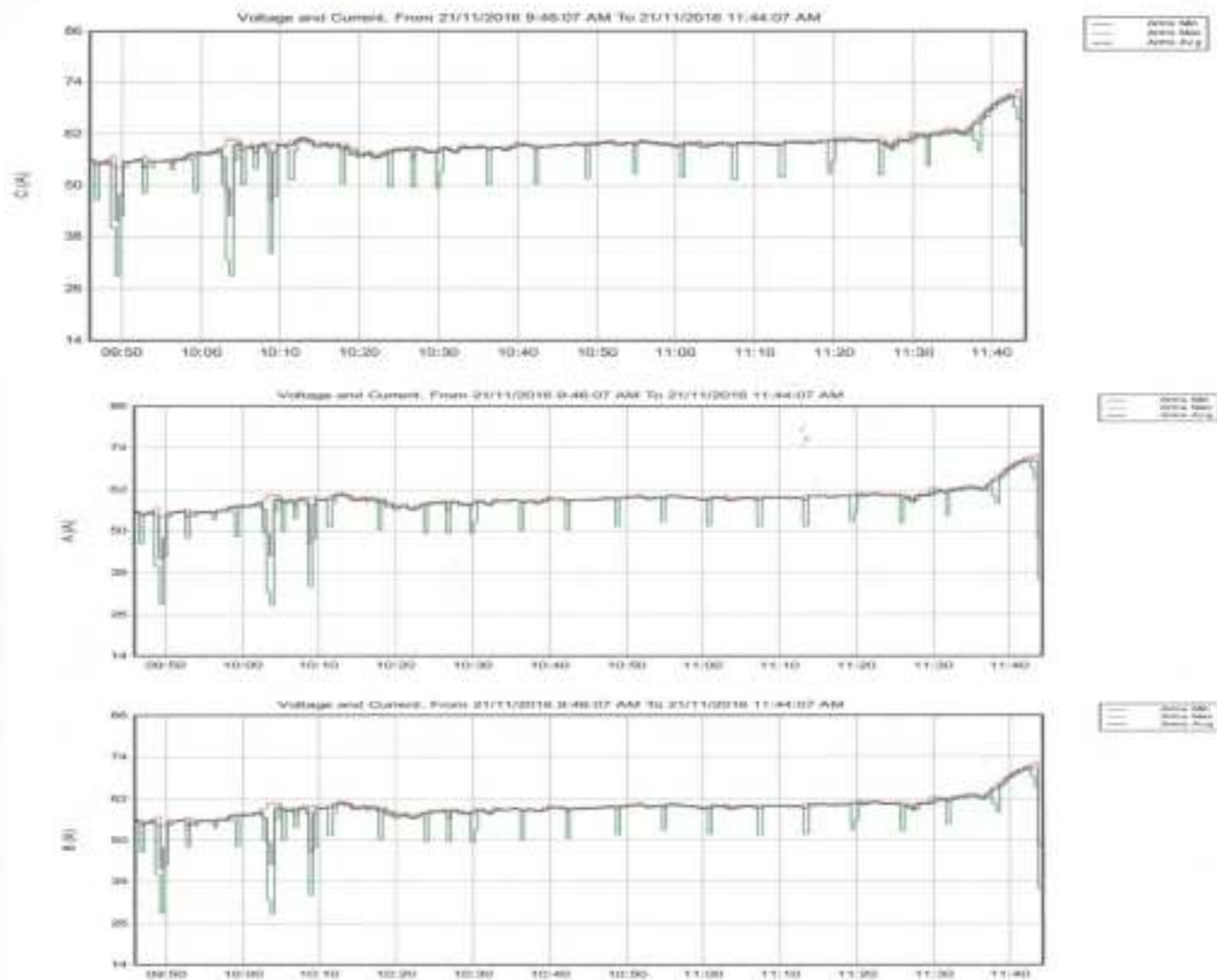


Hình 9. Biểu đồ các thành phần sóng hài dòng điện tại điểm đầu nối trong ngày của công trình nhà tư nhân

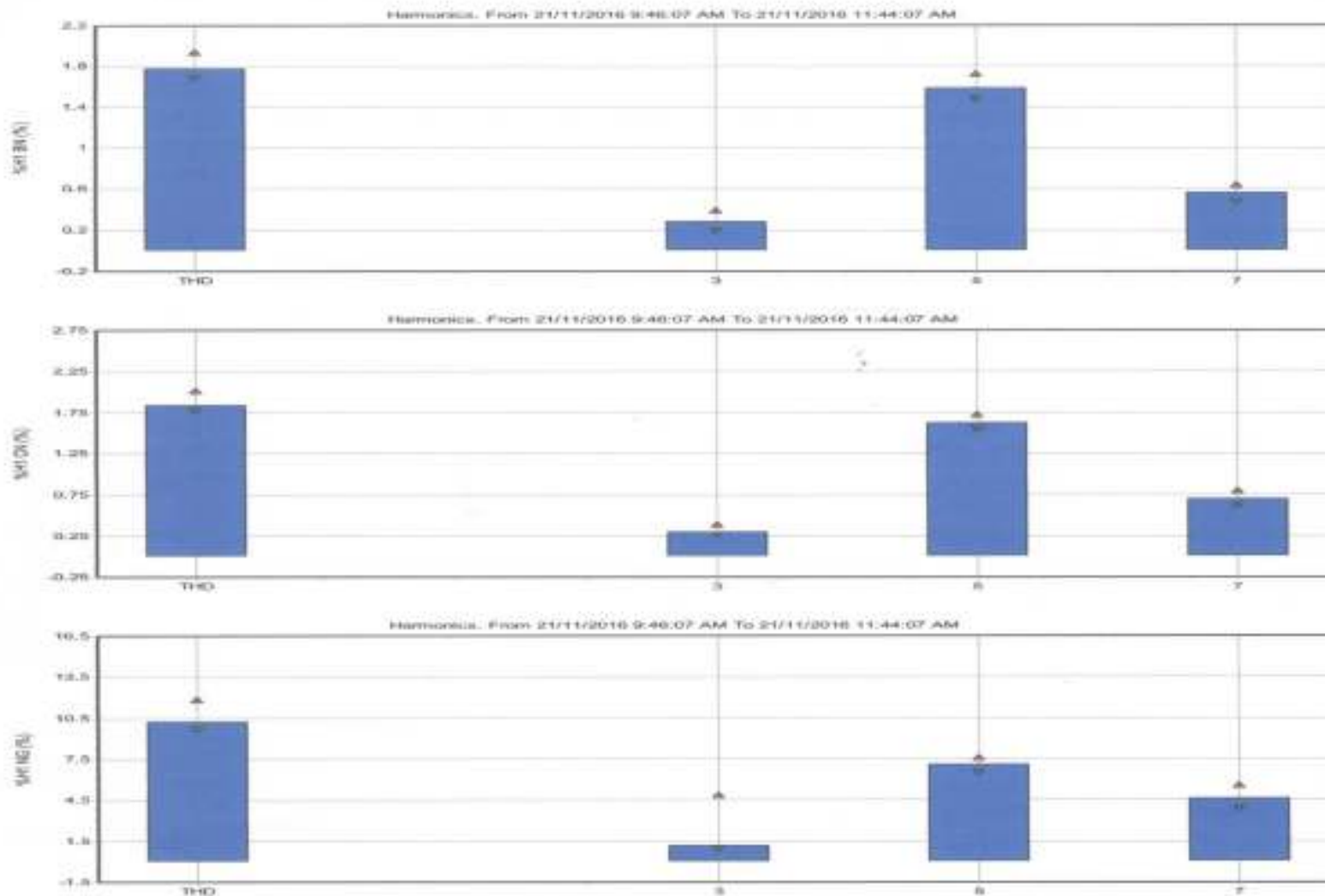
5. Đo đặc một số thông số liên quan đến chất lượng điện năng



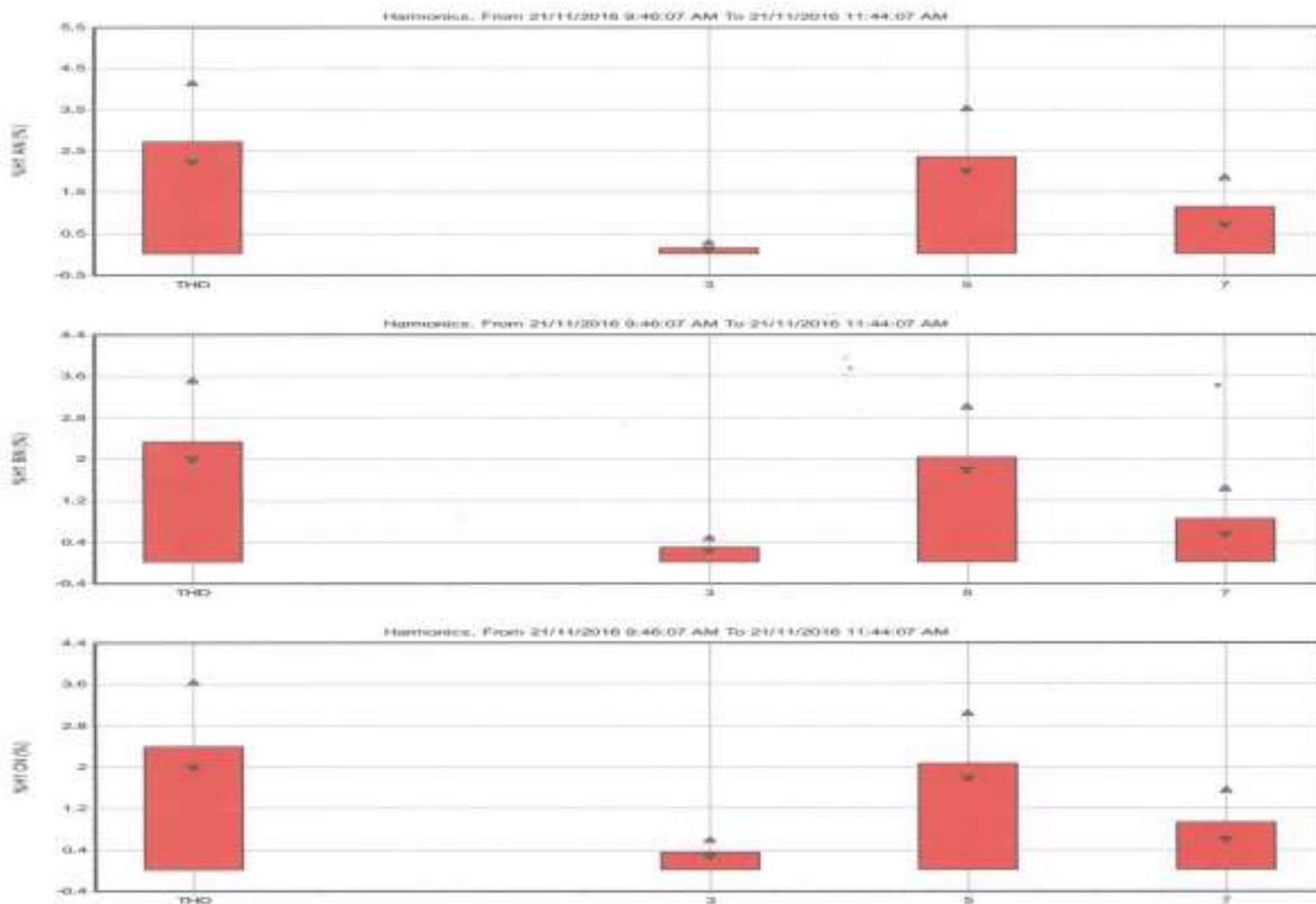
Hình 10 . Biểu đồ điện áp tại điểm đấu nối trong ngày 21/11/2016



Hình 11 . Biểu đồ dòng điện tại điểm đầu nối trong ngày 21/11/2016



Hình 12. Biểu đồ các thành phần sóng hài điện áp tại điểm đầu nối trong ngày 21/11/2016

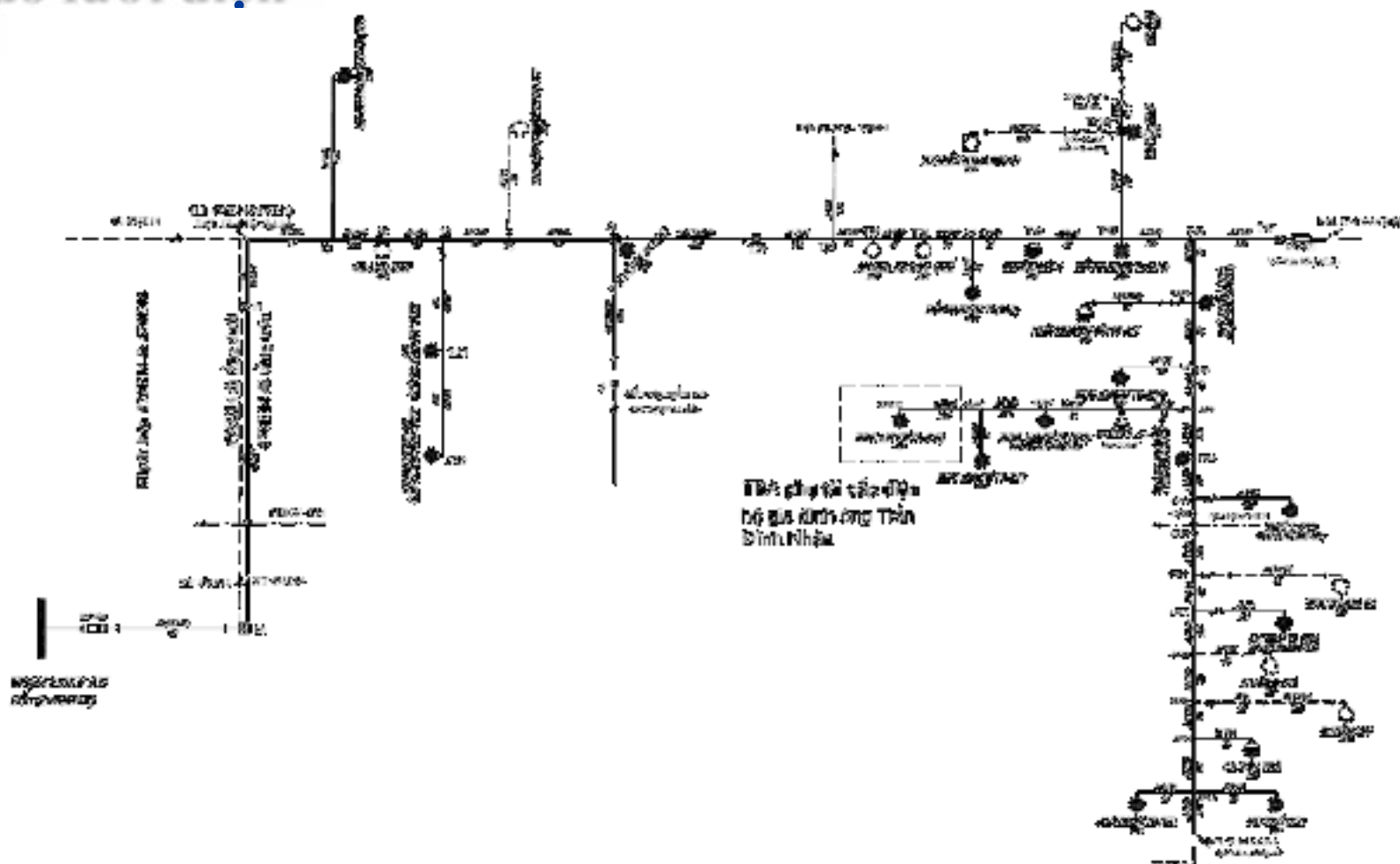


Hình 13. Biểu đồ các thành phần sóng hài dòng điện tại điểm đầu nối trong ngày 21/11/2016

- Từ số liệu khảo sát các công trình ĐMTLMNL các hộ gia đình tại thành phố Đà Nẵng và nhà công cộng tại thành phố Vũng Tàu, xác định một số thông số đặc trưng: khả năng phát công suất cực đại, hệ số phát công suất trung bình so với công suất đặt, tỉ lệ điện năng phát trong các khung giờ cao điểm, bình thường, thấp điểm theo qui định trong biểu giá bán lẻ điện
- Công suất phát cực đại của PV các hộ gia đình tại thành phố Đà Nẵng và nhà công cộng tại thành phố Vũng Tàu đều có thể đạt $100\%P_d$
- Theo biểu đồ phụ tải thực tế của HTĐ Việt Nam trong năm 2015 đã xuất hiện cao điểm trưa thứ 2 từ 13h đến 16h:
- Đối với các công trình ĐMTLMNL các hộ gia đình tại thành phố Đà Nẵng, tỉ lệ điện năng phát trong giờ cao điểm so với điện năng phát trung bình ngày theo qui định hiện hành về giờ cao điểm là A_{cd}/A_{tbng} 27%; theo giờ cao điểm của biểu đồ thực tế năm 2015 là A_{cd}/A_{tbng} 53%.
- Đối với công trình ĐMTLMNL cho nhà công cộng tại thành phố Vũng Tàu, tỉ lệ điện năng phát trong giờ cao điểm so với điện năng phát trung bình ngày theo qui định hiện hành là $A_{cd}/A_{tb} = 27\%$; theo biểu đồ phụ tải thực tế là $A_{cd}/A_{tb} = 59\%$.

V. Mô phỏng minh họa tác động của ĐMTLMNL đến thông số vận hành của LPP địa phương

1. Sơ đồ lưới điện



Hình 14. Sơ đồ nguyên lý của lưới điện lân cận điểm kết nối công trình ĐMTLMNL được khảo sát

2.9



Hình 15. Sơ đồ mô phỏng lộ 478/E14 trạm 110kV An Điền dựa trên nền PSS/ADEPT

3. Kết quả mô phỏng

Bảng 4. *Tổn thất công suất trên đường dây của lộ 478/E14 trạm 110kV An Đồn với các mức độ thâm nhập của ĐMTLMNL lần lượt là 0%, 30%*

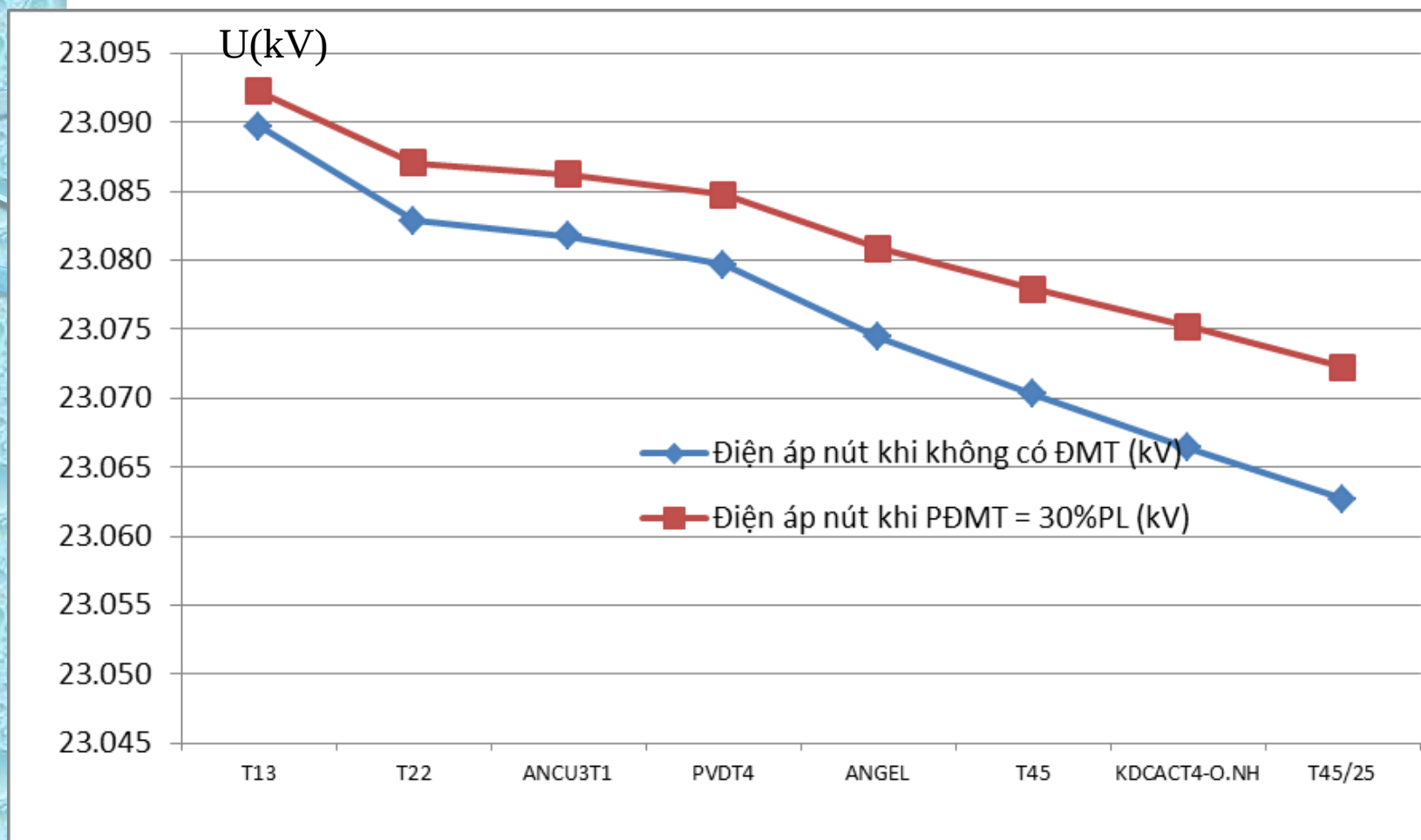
nút đi	nút đến	Tổn thất công suất khi không có ĐMT		Tổn thất công suất khi $P_{\text{ĐMT}} = 30\%P_L$	
		ΔP (kW)	ΔQ (kVAr)	ΔP (kW)	ΔQ (kVAr)
andon	node2	0.000	0.000	0.000	0.000
node2	t1	0.020	0.069	0.010	0.034
t1	t13	1.240	3.252	0.612	1.605
t13	ancu3mrong	0.001	0.001	0.000	0.001
t13	granjeep	0.607	1.592	0.299	0.785
granjeep	t22	0.211	0.553	0.104	0.273
t22	ancu3t2	0.006	0.006	0.003	0.003
ancu3t2	ancu3t1	0.005	0.010	0.003	0.005
t22	t25	0.184	0.483	0.091	0.238
t25	pvd4	0.159	0.418	0.078	0.205
pvd4	t29	0.115	0.500	0.056	0.245
t29	angel	0.441	1.156	0.216	0.568
angel	ksbayque	0.082	0.216	0.040	0.106

mykhe1	nkhachca	0.001	0.001	0.000	0.000
mykhe1	t45/3	0.039	0.067	0.019	0.033
t45/3	kdcancut2	0.001	0.001	0.000	0.000
t45/3	t45/6	0.031	0.053	0.015	0.026
t45/6	ancut5	0.070	0.121	0.035	0.061
ancut5	t45/11	0.011	0.019	0.006	0.010
t45/11	pmy2	0.013	0.012	0.007	0.006
t45/11	t45/14	0.023	0.040	0.012	0.020
ksbayque	t37	0.161	0.421	0.079	0.207
t37	honghinht4	0.001	0.001	0.000	0.001
t37	phuocmy4	0.053	0.139	0.026	0.068
phuocmy4	honghinht1	0.051	0.133	0.025	0.065
honghinht1	phumy3	0.031	0.027	0.016	0.014
phumy3	ksbienkcuong	0.004	0.004	0.002	0.002
phumy3	t43/4	0.000	0.000	0.000	0.000
t43/4	seavii	0.000	0.000	0.000	0.000
honghinht1	t45	0.071	0.187	0.035	0.092
t45	mykhe1	0.078	0.135	0.038	0.066

t45/14	hvctqgiat2	0.000	0.000	0.000	0.000
t45/14	t45/15	0.006	0.010	0.003	0.005
t45/15	nctrut2	0.002	0.001	0.001	0.001
t45/15	t45/18	0.014	0.025	0.007	0.012
t45/18	hvctqgia	0.000	0.000	0.000	0.000
t45/18	t45/20	0.007	0.012	0.003	0.006
t45/20	t45/20/1	0.000	0.000	0.000	0.000
t45/20/1	bvien109	0.001	0.001	0.001	0.001
t45/20	t45/21	0.002	0.003	0.001	0.002
t45/21	casontra	0.000	0.000	0.000	0.000
t45/21	t45/25	0.007	0.012	0.003	0.006
t45/25	annhont2	0.001	0.000	0.000	0.000
t45/25	nctruxs	0.001	0.001	0.000	0.000
t45/6	tbancu	0.007	0.005	0.004	0.003
tbancu	kdcancut1	0.005	0.004	0.003	0.002
kdcancut1	t45/6/7	0.015	0.021	0.007	0.010
t45/6/7	kdcact4-o.nh	0.002	0.003	0.001	0.002
t45/6/7	kdcancut3	0.000	0.001	0.000	0.000
t25	tcdappcat	0.000	0.000	0.000	0.000
tổng tổn thất trên các đường dây		3.778	9.717	1.864	4.790

Bảng 5. Điện áp các nút của lộ 478/E14 trạm 110kV An Đồn với các mức độ thâm nhập của ĐMTLMNL lần lượt là 0% (không có ĐMT), 30%

STT	Nút tải	Điện áp nút khi không có ĐMT (kV)	Điện áp nút khi $P_{ĐMT} = 30\%P_L$ (kV)	Độ chênh lệch điện áp (%)
1	t13	23.090	23.092	0.01
2	t22	23.083	23.087	0.02
3	ancu3t1	23.082	23.086	0.02
4	pvd4	23.080	23.085	0.02
5	angel	23.074	23.081	0.03
6	t45	23.070	23.078	0.03
7	kdcact4-o.nh	23.066	23.075	0.04
8	t45/25	23.063	23.072	0.04



Hình 16. Điện áp các nút của lộ 478/E14 trạm 110kV An Đồn với các mức độ thâm nhập của ĐMTLMNL lần lượt là 0% (không có ĐMT), 30%

VI. Kết luận

1. Từ sơ đồ hình 1, 2 có thể nhận thấy cấu trúc của hệ thống ĐMTLM NL ở các tòa nhà công cộng phức tạp hơn nhiều so với các tòa nhà riêng lẻ của cư dân, có công suất lớn hơn, cấu trúc phức tạp hơn, thường được chia thành nhiều cụm làm việc song song, nhờ đó vận hành linh hoạt hơn và độ tin cậy cung cấp điện cũng cao hơn, chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật tốt hơn.
2. Điện năng của PV phát trong giờ cao điểm thường chiếm tỉ lệ lớn trong toàn bộ điện năng trung bình ngày, có thể đạt từ 27% - 59%. Việc xác định tỉ lệ điện năng phát trong giờ cao điểm A_{cd}/A_{tb} có ý nghĩa quan trọng trong đánh giá hiệu quả kinh tế tài chính của công trình, đặc biệt khi biểu giá điện theo giờ sử dụng có mức chênh lệch lớn giữa giờ cao điểm và thấp điểm.
3. Do công suất đặt của PV so với công suất tiêu thụ của phụ tải không lớn, nên dao động điện áp tại điểm đấu nối do ảnh hưởng của PV vẫn nằm trong giới hạn cho phép (10% $U_{đđ}$) [8].
4. Đối với các nhà ở tư nhân, các thành phần sóng hài điện áp bậc cao chiếm tỉ lệ (%) không đáng kể so với sóng bậc 1, do đó biến thiên điện áp tại điểm đấu nối nằm trong giới hạn cho phép [8].
5. Vì mức độ thâm nhập của ĐMT vào lưới không lớn nên sự ảnh hưởng của ĐMT đến các thông số vận hành của lưới chưa được rõ ràng. Độ chênh lệch điện áp khi không có ĐMT so với khi mức độ thâm nhập của ĐMT vào lưới khoảng $30\% \approx 0.05\% < 5\%$ do đó điện áp nút vẫn nằm trong giới hạn cho phép.

Một số hình ảnh đo đạc tại điểm đầu nối ĐMTLMNL ở Thành Phố Vũng Tàu



Hình 21. Hội nghị khởi động dự án xây dựng tiêu chuẩn điện mặt trời lắp mái nổi lưới



Hình 17. *Hệ thống điện mặt trời lắp mái nổi lưới tại TP Vũng Tàu*



Hình 18. *Hệ thống điện mặt trời lắp mái nổi lưới tại TP Vũng Tàu*

