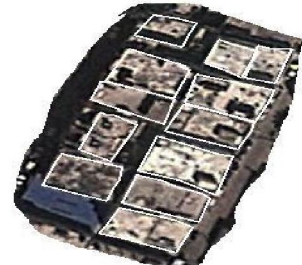
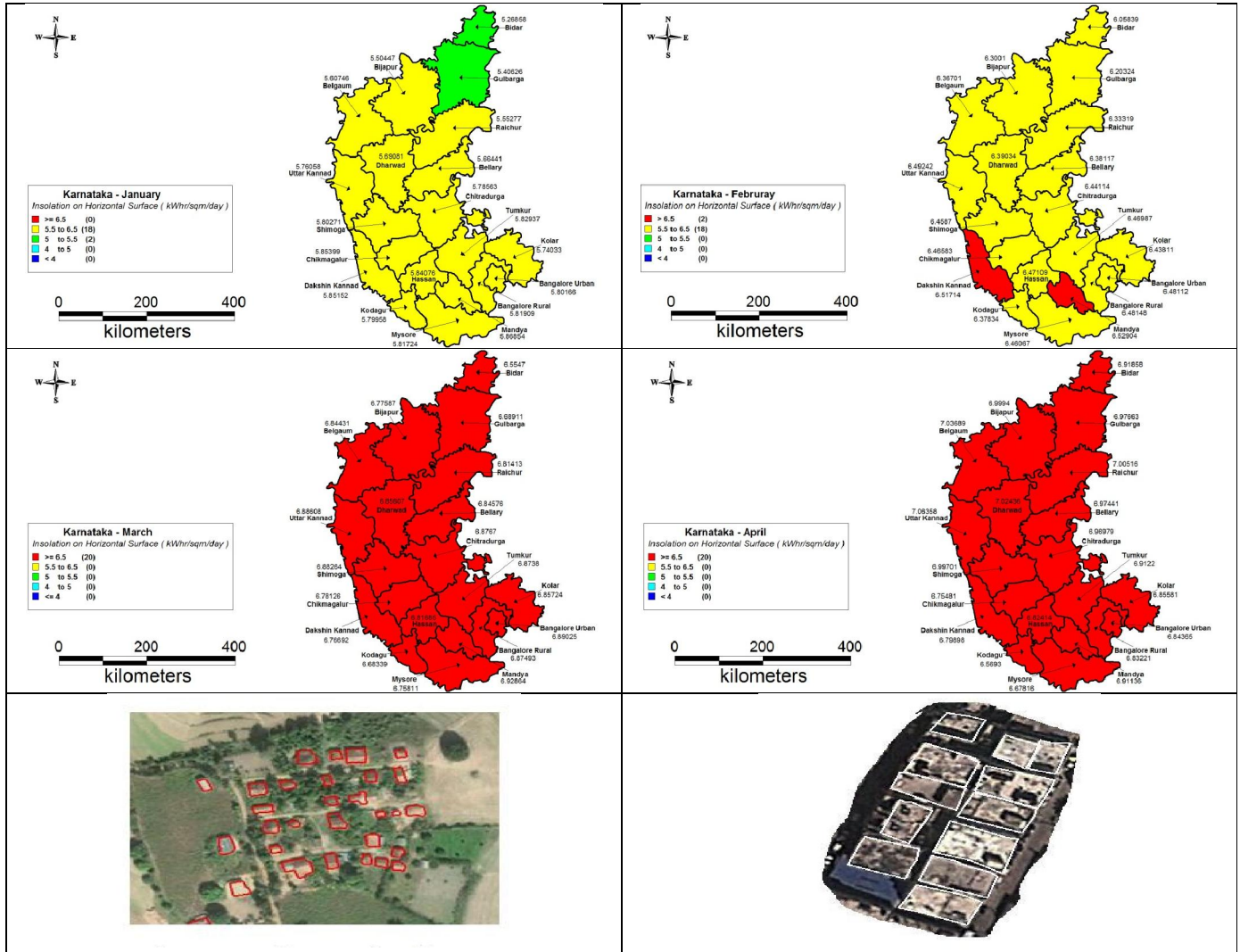


**SOLAR ENERGY – THE SUSTAINABLE ENERGY OPTION IN KARNATAKA**

**Ramachandra T.V.**

**Ganesh Hegde**

**Rishabh Jain**



**CES Technical Report 132**  
**August 2013**

**Energy & Wetlands Research Group**  
**Centre for Ecological Sciences, CES TE 15**  
**New Biology Building [Near D-Gate]**  
**Indian Institute of Science,**  
**Bangalore - 560012, INDIA**  
Web: <http://ces.iisc.ernet.in/energy/>  
<http://ces.iisc.ernet.in/biodiversity>  
Email: [cestvr@ces.iisc.ernet.in](mailto:cestvr@ces.iisc.ernet.in),  
[energy@ces.iisc.ernet.in](mailto:energy@ces.iisc.ernet.in)



ಸೌರ ಶಕ್ತಿ – ಕರ್ನಾಟಕ ರಾಜ್ಯಕ್ಕೆ ಸುಸ್ಥಿರ ಇಂಧನ

**SOLAR ENERGY – THE SUSTAINABLE ENERGY OPTION IN KARNATAKA**

**Ramachandra T.V.**

**Ganesh Hegde**

**Rishabh Jain**

**Energy & Wetlands Research Group  
Centre for Ecological Sciences, CES TE 15  
New Biology Building [Near D-Gate]  
Indian Institute of Science,  
Bangalore - 560012, INDIA**

Web: <http://ces.iisc.ernet.in/energy/>  
<http://ces.iisc.ernet.in/biodiversity>

**Email:** [cestvr@ces.iisc.ernet.in](mailto:cestvr@ces.iisc.ernet.in),  
[energy@ces.iisc.ernet.in](mailto:energy@ces.iisc.ernet.in)

Tel: 91-080-22933099/2293 3503 extn 107

**CES Technical Report: 132**

August 2013



**The Ministry of Environment and Forests, Government of India  
NRDMS Division, The Ministry of Science & Technology, Government of India  
Western Ghats Task Force, Government of Karnataka  
Indian Institute of Science**

# **SOLAR ENERGY – THE SUSTAINABLE ENERGY OPTION IN KARNATAKA**

ಸೌರ ಶಕ್ತಿ – ಕರ್ನಾಟಕ ರಾಜ್ಯಕ್ಕೆ ಸುಸ್ಥಿರ ಇಂಧನ

**Ramachandra T.V.**

**Ganesh Hegde**

**Rishabh Jain**

ರಾಮಚಂದ್ರ ಟಿ.ವಿ.<sup>೧,೨\*</sup>, ಗಣೇಶ ಹೆಗಡೆ<sup>೩</sup> ಮತ್ತು ರಿಶಬ್ ಜೈನ್<sup>೪</sup>

<sup>೧</sup> ಇಂಧನ ಮತ್ತು ಜೌಗುಭೂಮಿ ಸಂಶೋಧನಾ ವಿಭಾಗ (EWRG), ಪರಿಸರ ವಿಜ್ಞಾನ ಕೇಂದ್ರ [CES]

<sup>೨</sup> ಸುಸ್ಥಿರ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಕೇಂದ್ರ (astra)

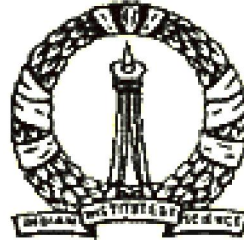
<sup>೩</sup> ಮೂಲಭೂತ ಸೌಕರ್ಯ, ಸುಸ್ಥಿರ ಸಾರಿಗೆ ಮತ್ತು ನಗರ ಯೋಜನಾ ಕೇಂದ್ರ [CiSTUP]

ಭಾರತೀಯ ವಿಜ್ಞಾನ ಮಂದಿರ, ಬೆಂಗಳೂರು, ಕರ್ನಾಟಕ, ೫೬೦ ೦೧೨, ಭಾರತ

ಜಾಲತಾಣ: <http://ces.iisc.ernet.in/energy>; <http://ces.iisc.ernet.in/foss>

ಮಿಂಚಂಚೆ: cestvr@ces.iisc.ernet.in

ದೂರವಾಣಿ: 080-22933099/22933503 (extn. 107)



**CES Technical Report 132**  
**August 2013**

Sl.No	Content	Page No
1	ಸೌರ ಶಕ್ತಿ – ಕರ್ನಾಟಕ ರಾಜ್ಯಕ್ಕೆ ಸುಸ್ಥಿರ ಇಂಧನ	1
2	೨೧ ನೇ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಸುಸ್ಥಿರ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಗಾಗಿ ಶಿಫಾರಸುಗಳು	17
3	<b>SOLAR ENERGY – THE SUSTAINABLE ENERGY OPTION IN KARNATAKA</b>	21
4	Recommendations for Sustainable Energy During 21 <sup>st</sup> Century	43

# ಸೌರ ಶಕ್ತಿ – ಕರ್ನಾಟಕ ರಾಜ್ಯಕ್ಕೆ ಸುಸ್ಥಿರ ಇಂಧನ

ರಾಮಚಂದ್ರ ಟಿ.ವಿ.<sup>೧,೨,೩\*</sup>, ಗಣೇಶ ಹೆಗಡೆ<sup>೧,೨</sup> ಮತ್ತು ರಶಬ್ ಜೈನ್<sup>೧</sup>

<sup>೧</sup> ಇಂಧನ ಮತ್ತು ಜೌಗುಭೂಮಿ ಸಂಶೋಧನಾ ವಿಭಾಗ (EWRG), ಪರಿಸರ ವಿಜ್ಞಾನ ಕೇಂದ್ರ [CES]

<sup>೨</sup> ಸುಸ್ಥಿರ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಕೇಂದ್ರ (astra)

<sup>೩</sup> ಮೂಲಭೂತ ಸೌಕರ್ಯ, ಸುಸ್ಥಿರ ಸಾಂಗಿ ಮತ್ತು ನಗರ ಯೋಜನಾ ಕೇಂದ್ರ [CiSTUP]

ಭಾರತೀಯ ವಿಜ್ಞಾನ ಮಂದಿರ, ಬೆಂಗಳೂರು, ಕರ್ನಾಟಕ, ೫೬೦ ೦೧೨, ಭಾರತ

ಜಾಲತಾಣ: <http://ces.iisc.ernet.in/energy>; <http://ces.iisc.ernet.in/foss>

ಮಿಂಚಂಚೆ: cestvr@ces.iisc.ernet.in

ದೂರವಾಣಿ: 080-22933099/22933503 (extn. 107)

## -ಸಾರಾಂಶ-

ಭೂಮಿಯ ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವ ಸೌರಶಕ್ತಿಯು ಪ್ರಾಥಮಿಕವಾಗಿ ಭೌಗೋಳಿಕ ನೆಲೆ, ಭೂಮಿ-ಸೂರ್ಯನ ಚಲನೆ, ಭೂಮಿಯ ಪರಿಭ್ರಮಣ ರೇಖೆಯ ಓರೆ ಮತ್ತು ತೇಲುವ ಕಣಗಳಿಂದಾಗಿ ವಾತಾವರಣವು ಸೌರಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕುಂದಿಸುವ ಕ್ರಿಯೆ (Attenuation) ಮುಂತಾದ ಅಂಶಗಳನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ ಒಂದು ಪ್ರದೇಶದ ಸೌರ ಸಂಪನ್ಮೂಲ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಅಥವಾ ಲಭ್ಯತೆಯನ್ನು ಸೌರಶಕ್ತಿಯ ಬಿಸಿಲು ಕಾಯಿಸುವ (ಬಿಸಿಲೂಡಿಕೆ, Solar Insolation) ಪ್ರಮಾಣವು ನಿರ್ಧರಿಸುತ್ತದೆ. ಸೌರಶಕ್ತಿ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನಗಳ ತಾಂತ್ರಿಕ-ಆರ್ಥಿಕ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ ಮತ್ತು ಪ್ರತಿ ತಾಲ್ಲೂಕು ಹಾಗೂ ಹಳ್ಳಿಯಲ್ಲಿ ನಿರುಪಯುಕ್ತ ಭೂಮಿಯ ಸಮರ್ಥ ಬಳಕೆಯು, ಹಸಿರು ಮನೆ ಅನಿಲಗಳ ವಿಸರ್ಜನೆಯನ್ನು ತಗ್ಗಿಸುವುದಲ್ಲದೆ, ಅಗಾಧ ವಿದ್ಯುತ್ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಕರ್ನಾಟಕವು ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದ ಸೌರ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದು ೫ ಕಿ.ವ್ಯಾ.ಘ./ಚ.ಮೀ./ದಿನ (kWh/m<sup>2</sup>/day) ಸರಾಸರಿ ಬಿಸಿಲು ಕಾಯಿಸುವ ಪ್ರಮಾಣದೊಂದಿಗೆ, ೩೦೦-೩೩೦ ಸ್ವಷ್ಟ ಬಿಸಿಲಿನ ದಿನಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಎಲ್ಲ ಪ್ರದೇಶಗಳು ಮತ್ತು ಮಾನವ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು ಬಯಸುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆಯಲು ನಿಸರ್ಗದ ಅಗಾಧ ಸೌರ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ವಿಕೇಂದ್ರೀಕೃತವಾಗಿ ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಅವಶ್ಯಕತೆ ಮತ್ತು ಅವಕಾಶಗಳನ್ನು ಪ್ರಸ್ತುತ ಅಧ್ಯಯನವು ಅಭ್ಯಸಿಸುತ್ತದೆ.

ಅರಣ್ಯನಾಶ, ಜನತೆಯ ಸ್ಥಳಾಂತರ, ವಾಯು, ಜಲ ಭೂಮಿ ಮತ್ತು ಪರಿಸರ ಮಾಲಿನ್ಯಗಳಂಥ ಸಮಸ್ಯೆಗಳಿಂದಾಗಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದನೆಗಾಗಿ ಅವಶ್ಯವಿರುವ ಭೂಮಿ (ನೇರ ಅಥವಾ ಪರೋಕ್ಷ ಬಳಕೆಗೆ) ಸಿಗುವುದು ಕಷ್ಟಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಮನೆಯ ಮೇಲ್ವಿಚಾರಣೆಯ ಮೇಲೆ ಸೌರಶಕ್ತಿ ಉತ್ಪಾದನೆಯಿಂದ ಭೂಮಿಯ ಬೇಡಿಕೆ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ೧ ಕಿ.ವ್ಯಾ ಸೌರ ದ್ಯುತಿಕೋಶವನ್ನು (ಸೋಲಾರ್ ಪೋಟೋ ವೋಲ್ಟಾಯಿಕ್ ಪ್ಯಾನೆಲ್, ಎಸ್‌ಪಿವಿ, Solar Photovoltaic Panel, SPV) ಅಳವಡಿಸಲು ಸುಮಾರು ೧೦೦ ಚ.ಮೀ. ಅವಶ್ಯವಿದೆ. ಮನೆಗಳಿಗೆ ಮಾಸಿಕ ಅವಶ್ಯವಿರುವ ೫೦-೧೦೦ ಯೂನಿಟ್‌ಗಳಷ್ಟು (kWh, ಕಿ.ವ್ಯಾ.ಘಂ.) ಬೇಡಿಕೆಯನ್ನು ಸೌರ ದ್ಯುತಿಕೋಶದ ಮೂಲಕ ಅವಶ್ಯವಿರುವ ಮೇಲ್ವಿಚಾರಣೆ ವಿಸ್ತೀರ್ಣವು ಒದಗಿಸಲು ೧೦೦ ಚ.ಮೀ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದ ಸ್ವಲ್ಪಭಾಗ ಮಾತ್ರವೇ ಸಾಕಾಗುತ್ತದೆ, ಏಕೆಂದರೆ ಅವಶ್ಯವಿರುವ ವಿಸ್ತೀರ್ಣವು ಅಳವಡಿಸುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಅಥವಾ ಬೇಡಿಕೆಗೆ ನೇರ ಅನುಪಾತದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಹಾಗೆಯೇ, ಗ್ರಾಮೀಣ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ನೀರಾವರಿಗಾಗಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಬೇಡಿಕೆ ನೀಗಿಸಲು, ಶೇ. ೧ ರಿಂದ ೩ ರಷ್ಟು ನಿರುಪಯುಕ್ತ ಭೂಮಿಯು ಸಾಕೆಂದು ಲೆಕ್ಕಾಚಾರವು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ.

ಪ್ರಸಕ್ತ ಸನ್ನಿವೇಶದಲ್ಲಿ ವಿವಿಧ ಸೌರ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನಗಳ (ಉಷ್ಣ ಮತ್ತು ಪೋಟೋವೋಲ್ಟಾಯಿಕ್) ತಾಂತ್ರಿಕ-ಆರ್ಥಿಕ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ ಮತ್ತು ಭವಿಷ್ಯತ್ತಿನ ಸವಾಲುಗಳು ಸಮಾನ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯತೆ ಹೊಂದಿವೆ. ಸೌರ ಉಷ್ಣ ವಿಧಾನ ಮತ್ತು ಪೋಟೋ ವೋಲ್ಟಾಯಿಕ್ ವಿಧಾನ ಇವೆರಡೂ ಮೂಲಭೂತವಾಗಿ ಸೌರ ಇಂಧನ ಪರಿವರ್ತನೆಯ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳು. ಸೌರ ಉಷ್ಣಾಂಶ ವಿಧಾನವು ಸೌರ ವಿಕಿರಣದಲ್ಲಿರುವ ಉಷ್ಣ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕೇಂದ್ರೀಕರಿಸಿ ಆ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಜಲ ಅಥವಾ ಅನಿಲ ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ವರ್ಗಾಯಿಸುತ್ತದೆ. ಸೌರ ಪೋಟೋ ವೋಲ್ಟಾಯಿಕ್ ನೇರವಾಗಿ ಸೌರ ವಿಕಿರಣವನ್ನು ದ್ಯುತಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಪರಿಣಾಮದ ಮೂಲಕ ನೇರ ವಿದ್ಯುತ್ (ಡಿಪಿ) ಆಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಇದು ದ್ಯುತಿಕೋಶ (ಎಸ್‌ಪಿವಿ) ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುವ ಅರೆವಾಹಕ ಸಿಲಿಕಾನ್‌ನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತದೆ. ತಾಂತ್ರಿಕ-ಆರ್ಥಿಕ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ ತೋರಿಸುವುದೇನೆಂದರೆ ಬೃಹತ್ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಸೌರ ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದನೆ ಇತರೆ ವಿದ್ಯುತ್ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನಗಳಿಗಿಂತ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ.

ನವೀಕರಿಸಬಹುದಾದ ಇಂಧನ ಆಧಾರಿತ ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದನೆಯಲ್ಲಿ ಕರ್ನಾಟಕ ಮುಂಚೂಣಿಯಲ್ಲಿದೆ. ನವೀಕರಿಸಬಹುದಾದ ಇಂಧನ ಮೂಲಗಳಿಂದ ಶೇ. ೨೫ರಷ್ಟು ಇಂಧನ ಲಭ್ಯವಾದರೂ, ಮೇಲ್ವ್ಯಾಪಣಿ ಎಸ್‌ಪಿವಿ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ಅನುಪಯುಕ್ತ ಬರಡು ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ಎಸ್‌ಪಿವಿ ಅಳವಡಿಕೆಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಂತೆ ನವೀಕರಿಸಬಹುದಾದ ಇಂಧನದ ವಿಪುಲ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಇನ್ನೂ ಬಳಕೆಗೆ ತರಲಾಗಿದೆ. ಪೂರೈಕೆ-ಬೇಡಿಕೆ ನಡುವಿನ ಅಂತರ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಿದ್ದು ಪ್ರಸಕ್ತದಲ್ಲಿ ರಾಜ್ಯವು ಗಣನೀಯ ವಿದ್ಯುತ್ ಕೊರತೆ ಎದುರಿಸುತ್ತಿದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಮಲಿನಕಾರಿ ಪಳೆಯುಳಿಕೆ-ಇಂಧನ ಆಧಾರಿತ ಘಟಕಗಳನ್ನು ಶಿಫಾರಸು ಮಾಡುವ ಬದಲಿಗೆ ನವೀಕರಿಸಬಹುದಾದ ಇಂಧನ ಆಧಾರಿತ ವಿಕೇಂದ್ರೀಕೃತ ವಿದ್ಯುತ್ ಶಕ್ತಿ ಉತ್ಪಾದನೆಯು ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ಮತ್ತು ವಿಶ್ವಾಸಾರ್ಹನೀಯ.

ಕರ್ನಾಟಕವು ಸರಾಸರಿ ವಾರ್ಷಿಕ ಬಿಸಿಲೂಡಿಕೆ ಪ್ರಮಾಣ ೫.೫೫ ಕಿ.ವ್ಯಾ.ಘ/ಚ.ಮೀ/ದಿನ ಹೊಂದಿದೆ. ಬಿಸಿಲೂಡಿಕೆಯು ವರ್ಷಪೂರ ೪.೫ ರಿಂದ ೭ ಕಿ.ವ್ಯಾ.ಘ/ಚ.ಮೀ/ದಿನ ವರೆಗೆ ವ್ಯಾಪಿಸಿದೆ. ಕೊಡಗನ್ನು (೫ ದಿಂದ ೫.೫ ಕಿ.ವ್ಯಾ.ಘ/ಚ.ಮೀ/ದಿನ) ಹೊರತುಪಡಿಸಿ ರಾಜ್ಯದ ಎಲ್ಲ ಜಿಲ್ಲೆಗಳು ವಾರ್ಷಿಕ ೫.೫ ರಿಂದ ೬.೫ ಕಿ.ವ್ಯಾ.ಘ/ಚ.ಮೀ/ದಿನ ಬಿಸಿಲೂಡಿಕೆ ಹೊಂದಿವೆ. ಸೌರ ಶಕ್ತಿ ಆಧಾರಿತ ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದನೆಯು ಬೆಳೆಯುತ್ತಿರುವ ಬೇಡಿಕೆಯನ್ನು ಪೂರೈಸಬಲ್ಲುದೆಂದು ನಮಗೆ ತೋರಿಸಿಕೊಡುತ್ತದೆ. ರಾಜ್ಯದ ಇಂದಿನ ಮತ್ತು ಭವಿಷ್ಯತ್ತಿನ ವಿದ್ಯುತ್ ಬೇಡಿಕೆಯನ್ನು ಪೂರೈಸಲು ವಿಕೇಂದ್ರೀಕೃತ, ಮೇಲ್ವ್ಯಾಪಣಿ ಉತ್ಪಾದನೆಗಾಗಿ ಸರ್ಕಾರದ ನೆರವು ಮತ್ತು ಪ್ರೋತ್ಸಾಹವು ಗಣನೀಯವಾಗಿ ಕೊಡುಗೆ ನೀಡಬಲ್ಲದು. ಉತ್ಪಾದನಾ ಆಧಾರಿತ ಪ್ರೋತ್ಸಾಹವು (Generation Based Incentive, GBI) ಪ್ರತಿ ಮನೆಯ ಮೇಲ್ವ್ಯಾಪಣಿಗಳಲ್ಲಿ ವಿಕೇಂದ್ರೀಕೃತ ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದನೆಯನ್ನು ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಿಸುತ್ತದೆ. ಇತರೆ ಕೆಲವು ಕೈಗೊಳ್ಳಬಹುದಾದ ಕ್ರಮಗಳೆಂದರೆ: ೧) ಸಾರ್ವಜನಿಕ ಮತ್ತು ರಸ್ತೆ ಸೌರ ದೀಪ ೨) ಸರ್ಕಾರಿ ಸಂಸ್ಥೆಗಳು ಮತ್ತು ಇತರೆ ಕಟ್ಟಡಗಳಲ್ಲಿ ನವೀಕರಿಸಬಹುದಾದ ಇಂಧನ ಆಧಾರಿತ ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದನೆ ೩) ಈಗಿರುವ ಸರ್ಕಾರಿ ಕಟ್ಟಡಗಳಲ್ಲಿ ಮೇಲ್ವ್ಯಾಪಣಿಗಳಲ್ಲಿ ಸೌರ ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದನೆ ಅನುಷ್ಠಾನಗೊಳಿಸುವುದು ಮತ್ತು ಅದಕ್ಕೆ ಆರ್ಥಿಕ ಪ್ರೋತ್ಸಾಹ ನೀಡುವುದು. ನವೀಕರಿಸಬಹುದಾದ ಇಂಧನ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನಗಳಿಗೆ ಪರಿವರ್ತಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದರಿಂದ ಮಲಿನಕಾರಿ ಹಸಿರು ಮನೆ ಅನಿಲ ವಿಸರ್ಜನೆಯನ್ನು ಹಾಗೂ ಖಾಲಿಯಾಗುತ್ತಿರುವ ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ಇಂಧನಗಳ ಮೇಲಿನ ಒತ್ತಡವನ್ನು ತಗ್ಗಿಸುತ್ತದೆ.

## ೧. ಪ್ರಸ್ತಾವನೆ

ಸೂರ್ಯ ಅತಿ ದೊಡ್ಡದಾದ ಮತ್ತು ದೀರ್ಘಕಾಲ ಲಭ್ಯವಿರುವ ಇಂಧನದ ಆಕರ. ಅನಾದಿ ಕಾಲದಿಂದಲೂ ಮಾನವ ನಾಗರಿಕತೆಯು ಸೌರ ವಿಕಿರಣಗಳಿಂದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತಿದೆ. ಸೌರ ವಲಯದಲ್ಲಿ ಅನುಕೂಲಕರ ಜಾಗದಲ್ಲಿರುವ (ಅಕ್ಷಾಂಶ ೪೦ °S ರಿಂದ ೪೦ °N) ಮತ್ತು ವರ್ಷದಲ್ಲಿ ೩೦೦ ದಿನಕ್ಕೂ ಹೆಚ್ಚು ಬಿಸಿಲು ಬೀಳುವುದರಿಂದ, ಭಾರತ ಅಗಾಧ ಸೌರ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತಿದ್ದು, ಆಹಾರ ಉತ್ಪಾದನೆಯಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯ ಪಾತ್ರ ವಹಿಸುತ್ತಿದೆ (ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ) ಮತ್ತು ಈ ಪ್ರದೇಶದ ಆರ್ಥಿಕ ಬೆಳವಣಿಗೆಯನ್ನು ಕಾಪಾಡುತ್ತಿದೆ. ಸೂರ್ಯನಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕಾಂತೀಯ ವಿಕಿರಣಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಪಡೆಯುವ ಸುಮಾರು ಶೇ. ೯೯ ರಷ್ಟು ಸೌರ ಶಕ್ತಿಯು ೦.೧೫-೪ ಮೈಕ್ರಾನ್ ಮೀ. ತರಂಗಾಂತರ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯಲ್ಲಿ ದೊರೆತರೆ, ಶೇ. ೪೦ ರಷ್ಟು ವಿಕಿರಣವನ್ನು ೦.೪-೦.೭ ಮೈಕ್ರೋ ಮೀ. ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣುವ ವಿಕಿರಣ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯಲ್ಲಿ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ. ಸೌರ ವಿಕಿರಣಗಳನ್ನು ವಿಶಾಲವಾಗಿ ವರ್ಗೀಕರಿಸುವುದಾದರೆ

ನೇರ ಸೌರ ವಿಕಿರಣಗಳು, ಪ್ರಸರಿತ ಸೌರ ವಿಕಿರಣ ಮತ್ತು ಜಾಗತಿಕ ಸೌರ ವಿಕಿರಣ ಎನ್ನಬಹುದು. ಸೂರ್ಯನ ವಿಕಿರಣ ಬೀಳುವ ಆಧಾರದಲ್ಲಿ ನೇರ ಸೌರ ವಿಕಿರಣವನ್ನು ಎರಡು ವಿಧಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಬಹುದು. ಏಕಮಾನ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲ್ಮೈಯ ಮೇಲೆ ಸೌರ ರಶ್ಮಿ ದಂಡಕ್ಕೆ ಅಡ್ಡವಾಗಿರಿಸಿದಾಗ ಏಕಮಾನ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದಲ್ಲಿ ಸ್ವೀಕರಿಸುವ ವಿಕಿರಣವು ಅಡ್ಡವಾಗಿ ಬೀಳುವ ಸೌರ ವಿಕಿರಣ ನೇರವಾಗಿರುತ್ತದೆ ( $I_N$ ). ನೇರ ಸೌರ ವಿಕಿರಣವು ಏಕಮಾನ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಸಮತಲ ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲೆ ಹಾದು ಹೋಗುವ ವಿಕಿರಣವಾಗಿರುತ್ತದೆ ( $I_H$ ). ಇದನ್ನು ನೇರ ಸೌರ ವಿಕಿರಣದ ಲಂಬದ ಭಾಗವೆಂದೂ ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಪ್ರಸರಿತ ಸೌರ ವಿಕಿರಣವೆಂದರೆ ತೇಲುವ ಕಣಗಳು ಮತ್ತು ಮೋಡದಿಂದ (D) ಚದುರಿರುವ ವಿಕಿರಣ. ಜಾಗತಿಕ ಸೌರ ವಿಕಿರಣವು (G) ನೇರ ಮತ್ತು ಸೌರ ವಿಕಿರಣ ಪ್ರಸರಣ ಎರಡನ್ನೂ ಒಳಗೊಂಡಿರುತ್ತದೆ. ಇದು ಏಕಮಾನ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲಿನ ಏಕಮಾನ ಸಮತಲ ಮೇಲ್ಮೈ ವಿಸ್ತೀರ್ಣವು ಸ್ವೀಕರಿಸಿದ ಸೌರ ವಿಕಿರಣದ ಒಟ್ಟಾರೆ ಮೊತ್ತ. G, D,  $I_N$  ಮತ್ತು  $I_H$  ಇವುಗಳ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧವು ಈ ರೀತಿಯಿದೆ.

$$I_H = (G - D) \quad \text{ಮತ್ತು} \quad I_N = (G-D)/\sin h \quad (೧)$$

ಇಲ್ಲಿ 'h' ಎಂದರೆ ಸೂರ್ಯ ಮೇಲೇರುತ್ತಿರುವ ಕೋನ.

ಸೌರ ಶಕ್ತಿಯು ಸೂರ್ಯನ ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವುದನ್ನು 'ಬಿಸಿಲೂಡಿಕೆ/ ಬಿಸಿಲು ಕಾಯಿಸುವುದು' ಎಂದು ಕರೆಯುವುದಿದ್ದು, ಇದು ಭೂಗೋಳಿಕ ನೆಲೆ, ಭೂಮಿ-ಸೂರ್ಯ ಚಲನೆ, ಭೂಮಿಯ ಪರಿಭ್ರಮಣ ರೇಖೆಯ ಓರೆ ಮತ್ತು ತೇಲುವ ಕಣಗಳಿಂದಾಗಿ ವಾತಾವರಣದ ಕುಂದಿಸುವ ಶಕ್ತಿ, ಇತ್ಯಾದಿ ಪರಿಮಾಣಗಳನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ. ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಹೀರುವಿಕೆ ಅಥವಾ ಚದುರುವಿಕೆಯಿಂದಾಗಿ ಇತರೆ ತರಂಗಾಂತರಗಳು ಕುಂದುವುದರಿಂದ ಪೋಟೋವೋಲ್ಟಾಯಿಕ್ (ಎಸ್‌ಪಿವಿ) ಮತ್ತು ಕೇಂದ್ರೀಕೃತ ಸೌರ ಶಕ್ತಿ (ಸಿಎಸ್‌ಪಿ) ಉಪಕರಣಗಳಂಥವು ಸೌರ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನಗಳು ೦.೨೯-೫.೫ ಮೈಕ್ರೋ ಮೀ. ನಡುವಿನ ಸೌರ ವಿಕಿರಣದ ತರಂಗಾಂತರಗಳನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಸೌರ ಬಿಸಿಲೂಡಿಕೆಯ ಮೇಲೆ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರುವ ಅಂಶಗಳೆಂದರೆ ಸೌರ ಏರಿಕೆ (ಮಧ್ಯಾಹ್ನದಲ್ಲಿ), ವಾತಾವರಣದ ಕಣಗಳು, ಹಗಲಿನ ಅವಧಿ, ಮತ್ತು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಒಟ್ಟಾರೆ ನೀರಿನ ಅಂಶದ ಮೊತ್ತ ಮತ್ತು ಮೋಡದ ವಿಧ ಮತ್ತು ಮೊತ್ತ. ಎಸ್‌ಪಿವಿ ಅಥವಾ ಸಿಎಸ್‌ಪಿ ಘಟಕಗಳನ್ನು ಅಳವಡಿಸಲು ಪ್ರದೇಶವೊಂದರಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ ಮತ್ತು ಭೂಮಿಯ ಲಭ್ಯತೆಯು ಸೌರ ಆಧಾರಿತ ಶಕ್ತಿ ಘಟಕಗಳಲ್ಲಿ ಅತಿ ಮುಖ್ಯ ಅಂಶಗಳಲ್ಲೊಂದು.

## ೨. ಸೌರ ಶಕ್ತಿ: ಅವಶ್ಯಕತೆ ಮತ್ತು ಅವಕಾಶಗಳು

ಭಾರತವು ವಿಶ್ವದಲ್ಲೇ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು ಜನಸಂಖ್ಯೆ ಹೊಂದಿರುವ ದೇಶಗಳಲ್ಲೊಂದಾಗಿದೆ (೧.೨೪ ಬಿಲಿಯನ್). ಕೈಗಾರಿಕರಣ, ನಗರೀಕರಣ ಮತ್ತು ಸಂಬಂಧಿತ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು ಶಕ್ತಿಯ ಬೇಡಿಕೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಿವೆ. ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯು ಈ ಶಕ್ತಿಯ ಬೇಡಿಕೆಯನ್ನು ಈಡೇರಿಸುವ ಪ್ರಧಾನ ಭಾಗ ಮತ್ತು ಇದು ದೇಶದ ಆರ್ಥಿಕ ಪ್ರಗತಿಯೊಡನೆ ಗಣನೀಯ ಸಂಬಂಧ ಹೊಂದಿದೆ. ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ಮೂಲಗಳಿಂದ ಶೇ. ೮೨.೮೯ ಷ್ಚು ಶಕ್ತಿ ಉತ್ಪಾದಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ೨೦೦೯-೧೦ರಲ್ಲಿ ದಾಖಲಾಗಿರುವಂತೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಮಟ್ಟದ (Peak Power) ಕೊರತೆ ಶೇ. ೧೨.೨ (೧೫ ಗಿ.ವ್ಯಾ) ಇದ್ದು, ಸರಾಸರಿ ಪ್ರಸರಣ ಮತ್ತು ವಿತರಣಾ (ಟಿ & ಡಿ) ನಷ್ಟ ಶೇ. ೨೨.೨ ಇದ್ದರೆ, ೨೦೦೫ ರಿಂದೀಚೆಗೆ ಭಾರತದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದಿಸುವ ಸಂಕೀರ್ಣ ವಾರ್ಷಿಕ ಬೆಳವಣಿಗೆ ದರ (ಸಿಎಜಿಆರ್) ಶೇ. ೫.೨%ರಷ್ಟಿದೆ.

ದೇಶದಲ್ಲಿ ಅಳವಡಿಸಿರುವ ಒಟ್ಟು ಉತ್ಪಾದನಾ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ೫೮,೦೧೨ ಮೆ.ವ್ಯಾ (೧೯೮೯) ನಿಂದ ೨,೦೫,೪೫೬ ಮೆ.ವ್ಯಾ ಗೆ (೨೦೧೧) ಹೆಚ್ಚಿಸಲಾಗಿದೆ. ಕಲ್ಲಿದ್ದಲು ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ಶಕ್ತಿ ಮೂಲಗಳಲ್ಲೇ ಪ್ರಧಾನವಾದದ್ದು (ಶೇ. ೫೬.೮೧). ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಸಮಗ್ರ ಇಂಧನ ನೀತಿಯು (ಐಇಪಿಆರ್ ೨೦೦೬) ೨೦೩೨ರ ಹೊತ್ತಿಗೆ ೮,೦೦,೦೦೦ ಮೆ.ವ್ಯಾ ಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದಿಸಲು ಯೋಚಿಸಿದ್ದು, ಇದು ಪ್ರಸಕ್ತ ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದನಾ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ೫ ಪಟ್ಟು ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಬೆಳೆಯುತ್ತಿರುವ ಪರಿಸರ ಸಮಸ್ಯೆಗಳು ಜೊತೆಗೆ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತಿರುವ ಪಳೆಯುಳಿಕೆ ಇಂಧನಗಳನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸಿದಾಗ, ನವೀಕರಿಸಬಹುದಾದ ಇಂಧನ ಮೂಲಗಳತ್ತ ದೃಷ್ಟಿ ಹರಿಸಬೇಕಾಗಿದ್ದು, ಇವತ್ತಿಗೆ ನವೀಕರಿಸಬಹುದಾದ ಇಂಧನ ಮೂಲಗಳ ಬಳಕೆ ಕೇವಲ ಶೇ. ೧೨.೧೧ ರಷ್ಟು ಮಾತ್ರವಿದೆ. ಪ್ರಸಕ್ತ

೧೫,೬೯೧.೪ ಮೆ.ವ್ಯಾ ಗ್ರಿಡ್-ಸಂಪರ್ಕ ಘಟಕಗಳು ಮತ್ತು ೩೬೭.೯ ಮೆ.ವ್ಯಾ ಗ್ರಿಡ್-ರಹಿತ ಘಟಕಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಭಾರತವು ಜಾಗತಿಕವಾಗಿ ನವೀಕರಿಸಬಹುದಾದ ಇಂಧನ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಐದನೇ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿದೆ.

ತಲಾ ವಿದ್ಯುತ್ ಬಳಕೆಯು ೨೮೩ (೧೯೯೨-೯೩) ರಿಂದ ೭೬೫ (೨೦೧೦-೧೧) ಕಿ.ವ್ಯಾ.ಘಂ ಗೆ ಸುಮಾರು ಶೇ. ೧೭ ರಷ್ಟು ಏರಿಕೆ ಕಂಡಿದೆ. ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಇಂಧನ/ಜಿಡಿಪಿಯು ಅಮೇರಿಕಾ, ಜಪಾನ್, ಇತ್ಯಾದಿ ಕೈಗಾರಿಕಾ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿಗಿಂತ ೧೦-೨೦ ಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದು, ಇಂಧನ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿ ಪರಿಣಾಮಕಾರತೆಯನ್ನು ಉತ್ತಮಗೊಳಿಸಲು ಇರುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ.

ದೇಶದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ೭,೪೦,೦೦,೦೦೦ ಕುಟುಂಬಗಳಿಗೆ ಇನ್ನೂ ವಿದ್ಯುತ್ ಲಭ್ಯತೆಯಿಲ್ಲದಿರುವುದು ಮತ್ತು ೩೨,೮೦೦ ವಿದ್ಯುತ್-ಸಂಪರ್ಕರಹಿತ ಹಳ್ಳಿಗಳಿಂದ ವ್ಯಕ್ತವಾಗುವುದೇನೆಂದರೆ ಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯಾನಂತರದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಶೋಚನೀಯ ಬೆಳವಣಿಗೆಯು ಪ್ರತಿಯೊಬ್ಬರ ಇಂಧನ ಬೇಡಿಕೆಯನ್ನು ಈಡೇರಿಸುವಲ್ಲಿ ವಿಫಲವಾಗಿದ್ದೆ. ಇದು ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದನೆಗಾಗಿ ವಿಕೇಂದ್ರೀಕೃತ, ಕಡಿಮೆ-ಇಂಗಾಲ, ವಿಶ್ವಾಸಾರ್ಹ, ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ಮತ್ತು ನವೀಕರಿಸಬಹುದಾದ ಆಯ್ಕೆಗಳ ಔಚಿತ್ಯವನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ನವೀಕರಿಸಬಹುದಾದ ಇಂಧನ ಆಧಾರಿತ ಉತ್ಪಾದನೆಯ ಪ್ರಮುಖ ಲಕ್ಷಣಗಳೆಂದರೆ:

- ವಿಕೇಂದ್ರೀಕೃತ ಉತ್ಪಾದನೆ, ಪ್ರಸರಣ ಮತ್ತು ವಿತರಣಾ (ಟಿ & ಡಿ) ನಷ್ಟವನ್ನು ಕಡಿಮೆಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ;
- ಸಬ್-ಸ್ಟೇಷನ್‌ಗಳ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಸುಲಭ ವೋಲ್ಟೇಜ್ ನಿರ್ವಹಣೆ ಮತ್ತು ವೋಲ್ಟೇಜ್ ವ್ಯತ್ಯಯ ಕಮ್ಮಿಯಾಗುತ್ತವೆ;
- ಸುಲಭ ನಿರ್ವಹಣೆ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುತ್ ಕಳವಿನ ನಿಯಂತ್ರಣ;
- ವಿದ್ಯುತ್ ಸಂಪರ್ಕ-ರಹಿತ ಹಳ್ಳಿಗಳ ವಿದ್ಯುತ್ತೀಕರಣದ ಸಾಧ್ಯತೆ;
- ಇಂಧನ ಪೂರೈಕೆಯ ಖಾತರಿ ಮತ್ತು ನೈಸರ್ಗಿಕ ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳ ಲಭ್ಯತೆಯಿಂದ ಎಲ್ಲ ಹಂತಗಳಲ್ಲಿ ವಿಕೇಂದ್ರೀಕೃತ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಯೊಂದಿಗೆ ಉದ್ಯೋಗ ಅವಕಾಶಗಳ ಸಾಧ್ಯತೆ;
- ಕಡಿಮೆ ಇಂಗಾಲ ವಿಸರ್ಜನೆ ಮತ್ತು ಕ್ಯೂಟೋ ಪ್ರೋಟೋಕಾಲ್ ಪ್ರಕಾರ ಮಾಲಿನ್ಯ-ರಹಿತ ಅಭಿವೃದ್ಧಿ ವ್ಯವಸ್ಥೆ (ಸಿಡಿಎಂ, Clean Development Mechanism, CDM) ಅಡಿಯಲ್ಲಿ ಲಾಭಾಂಶ ಪಡೆಯುವ ಸಾಧ್ಯತೆ;
- ಪಳೆಯುಳಿಕೆ ಇಂಧನಗಳು ಮತ್ತು ಆಮದಿನ ಮೇಲಿನ ಅವಲಂಬನೆಯನ್ನು ಕಡಿಮೆಗೊಳಿಸುವುದರಿಂದ ಇಂಧನ ಸ್ವತಂತ್ರತೆ.

ಈ ಕಣ್ಣೊಟದಲ್ಲಿ, ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರ ನಿಯಂತ್ರಕರು, ಕೇಂದ್ರೀಯ ನೀತಿ ನಿರೂಪಕರು ರಾಜ್ಯದ ಪ್ರಾಧಿಕಾರಗಳೊಂದಿಗೆ ದೇಶದಲ್ಲಿ ನವೀಕರಿಸಬಹುದಾದ ಇಂಧನ ಉತ್ಪಾದನೆ ಮತ್ತು ಬಳಕೆಯನ್ನು ಉತ್ತೇಜಿಸಲು ಹಲವು ಕ್ರಮಗಳನ್ನು ಆರಂಭಿಸಿವೆ. ಕೆಲವು ಪ್ರಮುಖ ಕ್ರಮಗಳೆಂದರೆ:

#### ೧.೧ ನವೀಕರಿಸಬಹುದಾದ ಇಂಧನ ಖರೀದಿ ನಿಬಂಧನೆ (ಆರ್‌ಪಿಒ, Renewable Purchase Obligation,

**RPO):** ನಿಯಂತ್ರಕ ಪ್ರಾಧಿಕಾರಗಳು ಮತ್ತು ಗ್ರಾಹಕರು ಅಥವಾ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಪೂರೈಕೆದಾರ ಸಂಸ್ಥೆಗಳ ನಡುವಿನ ಒಪ್ಪಂದವೇ ಆರ್‌ಪಿಒ. ಒಪ್ಪಂದದ ಪ್ರಕಾರ ಲೋಡ್ ಪೂರೈಸುವ ಸಂಸ್ಥೆಗಳು (ಎಲ್‌ಎಸ್‌ಇ, Load Serving Entities, LSE), ಮುಕ್ತ ಪ್ರವೇಶ ಗ್ರಾಹಕರು ಮತ್ತು ಕ್ಯಾಪ್ಟಿವ್ ವಿದ್ಯುತ್ ಘಟಕಗಳು (ಸಿಪಿಪಿ, Captive Power Plants, CPP) ನವೀಕರಿಸಬಹುದಾದ ಇಂಧನ ಆಧಾರಿತ ವಿದ್ಯುತ್ ಘಟಕಗಳಿಂದ ವಾರ್ಷಿಕವಾಗಿ ನಿಗದಿತ ಭಾಗದ ಇಂಧನವನ್ನು ಖರೀದಿಸಬೇಕು ಅಥವಾ ಅವರು ತಾವೇ ಸ್ವತಃ ಅಷ್ಟು ವಿದ್ಯುತ್‌ನ್ನು ನವೀಕರಿಸಬಹುದಾದ ಶಕ್ತಿ ಮೂಲಗಳಿಂದ ಉತ್ಪಾದಿಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ಆರ್‌ಪಿಒ ಗುರಿಯನ್ನು ಇಂಧನ ಖರೀದಿಯ ಮೇಲೆ ನಿಗದಿಪಡಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ (ಒಟ್ಟಾರೆ ಅಳವಡಿಸಿರುವ

ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ಮೇಲೆ ನಿಗದಿಪಡಿಸಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ). ಕೋಷ್ಟಕ ೧ ರಲ್ಲಿ ಭಾರತದ ರಾಜ್ಯವಾರು ಆರ್‌ಪಿಒ ಅನ್ನು ನೀಡಲಾಗಿದೆ (ಒಟ್ಟಾರೆ ಇಂಧನ ಖರೀದಿಯ ಶೇಕಡವಾರು ಸೌರ ಶಕ್ತಿಗಾಗಿ ನವೀಕರಿಸಬಹುದಾದ ಖರೀದಿ ನಿಬಂಧನೆ).

### ೧.೨ ನವೀಕರಿಸಬಹುದಾದ ಇಂಧನ ಪ್ರಮಾಣಪತ್ರ (ಆರ್‌ಇಸಿ, Renewable Energy Certificate, REC)

**ವ್ಯವಸ್ಥೆ:** ಉತ್ಪಾದನೆಯಾದ, ನವೀಕರಿಸಬಹುದಾದ ಇಂಧನವನ್ನು ಈಗಾಗಲೇ ನಿರ್ಧರಿಸಿರುವ ದರಕ್ಕೆ ಮಾರಾಟ ಮಾಡುವಂತೆ ಆರ್‌ಇಸಿ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯು ಗ್ರಾಹಕರು ಅಥವಾ ಪೂರೈಕೆದಾರರಿಗೆ ಆಯ್ಕೆ ನೀಡುತ್ತದೆ. ಇದು ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದಿಸಲು ಸ್ಥಳೀಯವಾಗಿ ದೊರೆಯುವ ನವೀಕರಿಸಬಹುದಾದ ಇಂಧನ ಮೂಲದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಬಳಸಲು ಸಹಕಾರಿಯಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುತ್ ಮಾರಾಟ ಮಾಡುವ ಆಯ್ಕೆ ಸಹ ಒದಗಿಸುತ್ತದೆ.

ಆರ್‌ಇಸಿಯು ಮಾರುಕಟ್ಟೆ ಆಧಾರಿತ ಅಂಶವಾಗಿದ್ದು ಗ್ರಾಹಕರು ಮತ್ತು ಪೂರೈಕೆದಾರರು ತಮಗೆ ನಿಗದಿಪಡಿಸಿರುವ ಗುರಿ ಈಡೇರಿಸಲು ಸಹಕಾರಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಇದು ಇಂಗಾಲ ಕ್ರೆಡಿಟ್‌ಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ್ದಲ್ಲ ಆದರೆ ವಿದ್ಯುತ್ ವಿನಿಮಯದಲ್ಲಿ ಹರಾಜಿನ ಮೂಲಕ ಮಾರಾಟ ಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ. ಆರ್‌ಇಸಿ ದರವನ್ನು ತಿಂಗಳಿಗೊಂದು ಸಲ ನಿರ್ಧರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ನವೀಕರಿಸಬಹುದಾದ ಇಂಧನ ಮೂಲಗಳಿಂದ ಗ್ರಿಡ್‌ಗೆ ಕನಿಷ್ಠ ಒಂದು ಮೆ.ವ್ಯಾ ವಿದ್ಯುತ್ ಸೇರಿಸಿರುವುದನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸಿ ಲೆಕ್ಕಹಾಕಲಾಗುತ್ತದೆ.

**೧.೩ ಸೌರಶಕ್ತಿ ನೀತಿ:** ಹವಾಮಾನ ಬದಲಾವಣೆ ಕುರಿತ ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಕ್ರಿಯಾ ಯೋಜನೆಯು (ಎನ್‌ಎಪಿಸಿಸಿ, National Action Plan of Climate Change, NAPCC) ನವೀಕರಿಸಬಹುದಾದ ಇಂಧನ ಆಧಾರಿತ ಉತ್ಪಾದನೆಯಿಂದ (೨೦೦೯-೧೦) ಶೇ. ೫ರಷ್ಟು ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಖರೀದಿಸಬೇಕೆಂಬ ಗುರಿ ನಿಗದಿಪಡಿಸಿದ್ದು, ಇದನ್ನು ಮುಂದಿನ ೧೦ ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ವಾರ್ಷಿಕ ಶೇ. ೧ರಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿಸಬೇಕು. ದೇಶದಲ್ಲಿ ವಿವಿಧ ರಾಜ್ಯ ಸರ್ಕಾರಗಳು ನವೀಕರಿಸಬಹುದಾದ ಇಂಧನ ಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಉತ್ತೇಜಿಸಲು ಸಹಾಯಧನ ಮೂಲಕ ಹಲವು ಕ್ರಮ ಕೈಗೊಂಡಿದೆ. ಹೊಸ ಮತ್ತು ನವೀಕರಿಸಬಹುದಾದ ಇಂಧನ ಸಂಪನ್ಮೂಲ ಸಚಿವಾಲಯ, ಭಾರತ ಸರ್ಕಾರವು ನವೀಕರಿಸಬಹುದಾದ ಇಂಧನ ರಂಗದ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯನ್ನು ವಾಸ್ತವಗೊಳಿಸಲು ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಕಾಯಿದೆ ೨೦೦೩ ರೂಪಿಸಿದೆ. ಪ್ರಧಾನ ಅಂಶಗಳೆಂದರೆ:

- ವಿತರಣಾ ಹಕ್ಕುದಾರರ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಒಟ್ಟಾರೆ ವಿದ್ಯುತ್ ಬಳಕೆಯ ಶೇಕಡಾಂಶವನ್ನು ನವೀಕರಿಸಬಹುದಾದ ಇಂಧನ ಮೂಲಗಳಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್ ಖರೀದಿಸುವ ಸಲುವಾಗಿ ರಾಜ್ಯ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ನಿಯಂತ್ರಣ ಆಯೋಗಗಳು (ಎಸ್.ಇ.ಆರ್.ಸಿ, State Electricity Regulatory Commissions, SERCs) ಸೂಚಿಸಬೇಕು.
- ಗ್ರಿಡ್‌ಗೆ ಸಂಪರ್ಕ ನೀಡಲು ಅಥವಾ ಸ್ಥಳೀಯ ಗ್ರಾಹಕರಿಗೆ ಪೂರೈಸಲು ಎಸ್‌ಇಆರ್‌ಸಿಯು ಕೋ-ಜನರೇಷನ್ ಮತ್ತು ನವೀಕರಿಸಬಹುದಾದ ಇಂಧನ ಆಧಾರಿತ ಉತ್ಪಾದನೆಯನ್ನು ಉತ್ತೇಜಿಸಲು ಸೂಕ್ತ ಕ್ರಮ ಕೈಗೊಳ್ಳಬೇಕು.
- ಎಸ್‌ಇಆರ್‌ಸಿಯು ಕೋ-ಜನರೇಷನ್ ಮತ್ತು ನವೀಕರಿಸಬಹುದಾದ ಇಂಧನ ಆಧಾರಿತ ಉತ್ಪಾದನೆಯನ್ನು ಉತ್ತೇಜಿಸಲು ಪ್ರೋತ್ಸಾಹದಾಯಕ ದರ ರಚಿಸುವುದು.
- ಕೋ-ಜನರೇಷನ್ ಮತ್ತು ನವೀಕರಿಸಬಹುದಾದ ಇಂಧನ ಮೂಲಗಳಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದನೆಯನ್ನು ಉತ್ತೇಜಿಸಲು ಎಸ್‌ಇಆರ್‌ಸಿಗಳು ನಿಗದಿತ ಪ್ರತಿ-ಪೂರೈಕೆ ದರ (ಎಫ್‌ಐಟಿ, Feed-in Tariff, FIT) ಮತ್ತು ಇತರೆ ಷರತ್ತು ಹಾಗೂ ನಿಬಂಧನೆಗಳೊಂದಿಗೆ ನವೀಕರಿಸಬಹುದಾದ ಖರೀದಿ ಗುರಿಯನ್ನು (ಆರ್‌ಪಿಒ) ನಿಗದಿಪಡಿಸಬೇಕು.



ಕೋಷ್ಟಕ ೧: ಭಾರತದಲ್ಲಿ ರಾಜ್ಯವ್ಯಾಪಿ ಆರ್‌ಪಿಒ (ಒಟ್ಟಾರೆ ಇಂಧನ ಖರೀದಿಯ ಶೇಕಡ)

State	Order dated	2010-11	2011-12	2012-13	2013-14	2014-15	2015-16	2016-17	2017-18	2018-19	2019-20	2020-21	2021-22
Andhra Pradesh	Final- 26 <sup>th</sup> July, 2010	0.25	0.25	0.25	0.25								
Assam	Draft- 21 <sup>th</sup> June, 2010	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25							
Bihar	Final-16 <sup>th</sup> November, 2010	0.25	0.5	0.75	0.1	1.25							
Chhattisgarh	Draft – 9 <sup>th</sup> November 2010	0.25	0.25	0.25									
Gujarat	Final- 17 April, 2010	0.25	0.5	1									
Haryana	Final- November, 2010	0.25	0.5	0.75	1	1.25	1.5	1.75	2	2.25	2.5	2.75	3
Himachal Pradesh	Final-12 <sup>th</sup> March,2010	0.1	0.1	0.1									
Jharkhand	Final- 31 <sup>st</sup> March,2010	0.25	0.5	1									
Karnataka	Final-16 <sup>th</sup> March,2011	0.25											
Kerala	Final- 23 <sup>rd</sup> November, 2010	0.25											
Madhya Pradesh	Final-19 <sup>th</sup> November,2010		0.4	0.6	0.8	1	0.5						
Maharashtra	Final- 7 <sup>th</sup> June, 2010	0.25	0.25	0.25	0.5	0.5							
Manipur (JERC)	Final- 5 <sup>th</sup> May, 2010	0.25	0.25	0.25									
Meghalaya	Final- 21 <sup>st</sup> December, 2010	0.2	0.3	0.4									
Mizoram (JERC)	Final- 5 <sup>th</sup> May, 2010	0.25	0.25	0.25									
Nagaland	Final- 20 <sup>th</sup> October, 2010	0.25	0.25	0.25									
Orissa	Final- 16 <sup>th</sup> March, 2010	0.5	0.75	1	1.25								
Rajasthan	Final- 31 <sup>st</sup> January, 2011	100 MW (PPA*)	0.5	0.75	1								
Tamil Nadu	Draft- 19 <sup>th</sup> May, 2011	0.15	0.25	0.25									
Tripura	Draft- 9 <sup>th</sup>	0.1	0.1	0.1									

	November, 2009												
Uttar Pradesh	Final- 17 <sup>th</sup> August, 2010	0.25	0.5	1									
Uttarakhand	Final- 6 <sup>th</sup> July, 2010	0	0.03	0.05									
WB (total RE)	Final- 10 <sup>th</sup> August, 2010	2	3	4	5	6	7	8	9	10			

(Source: Analysis of state-wise RPO Regulation across India, MNRE. <mnre.gov.in/file.../Solar%20RPO/analysis-of-state-RPO-regulations.pdf >)

\* ವಿದ್ಯುತ್ ಖರೀದಿ ಒಪ್ಪಂದ, Power Purchase Agreement

**೨.೪ ಪ್ರತಿ ಪೂರೈಕೆ ದರವನ್ನು (ಎಫ್‌ಐಟಿ, Feed-in Tariffs, FITs) ನವೀಕರಿಸಬಹುದಾದ ಇಂಧನ ಆಧಾರಿತ ಉತ್ಪಾದನೆ ಉತ್ತೇಜಿಸುವ ಸಲುವಾಗಿ ಬಳಕೆಗೆ ತರಲಾಗಿದೆ.** ಇದು ಮೂಲತಃ ಗ್ರಾಹಕರು ನವೀಕರಿಸಬಹುದಾದ ಇಂಧನ ಮೂಲಗಳಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದಿಸಲು ಮತ್ತು ಅದನ್ನು ಗ್ರಿಡ್‌ಗೆ ಸರಬರಾಜು ಮಾಡಲು ನೀಡುವ ದರವಾಗಿದೆ. ಎಫ್‌ಐಟಿಯನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ ಪೂರೈಕೆಯ ಕಂಪನಿಗಳು ಉತ್ಪಾದಿಸುವ ವೆಚ್ಚ ಅಥವಾ ಪ್ರಸಕ್ತ ವಿದ್ಯುತ್ ವೆಚ್ಚದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ನಿಗದಿಗೊಳಿಸುತ್ತವೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ನವೀಕರಿಸಬಹುದಾದ ಇಂಧನ ಮೂಲಗಳಿಂದ ದೀರ್ಘ ಕಾಲ ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದಿಸುವಂತೆ ಗ್ರಾಹಕರನ್ನು ಉತ್ತೇಜಿಸಲು ಕೆಲವು ವರ್ಷಗಳಿಗೆ ಎಫ್‌ಐಟಿಯನ್ನು ನಿಗದಿಗೊಳಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ರಾಜ್ಯಗಳು ನವೀಕರಿಸಬಹುದಾದ ಇಂಧನ ಉತ್ಪಾದನೆಗಾಗಿ ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಎಫ್‌ಐಟಿ ರಚನೆ ಹೊಂದಿವೆ. ಎಸ್‌ಪಿವಿ ಮತ್ತು ಸೌರ ಉಷ್ಣ ಉತ್ಪಾದನೆಗಾಗಿ ರಾಜ್ಯವಾರು ರಚನೆಯನ್ನು ಕೋಷ್ಟಕ ೨ ರಲ್ಲಿ ನೀಡಲಾಗಿದೆ.

ಕೋಷ್ಟಕ ೨: ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಸೌರ ವಿದ್ಯುತ್ ಘಟಕಗಳಿಗಾಗಿ ರಾಜ್ಯವಾರು ಪ್ರತಿ ಪೂರೈಕೆ ದರ.

State	Order Dated	Tariff structure (Rs/kWh)		Tariff period (Years)	Incentives
		Solar PV	Solar Thermal		
Andhra Pradesh		Overall- Rs. 17.91 without Accelerated depreciation (AD) and Rs. 14.95 with AD		25	
Assam	Draft- 13.07.2010	Rs. 5.50 for 1st year and 3% increment in every subsequent year		25	
Bihar	Final- 02.08.2010	Overall - Rs. 10.9 without AD and Rs. 9.85 with AD		25	
Chhattisgarh	Final- 09.07.2010	Rs. 15.84 (1 MW and above)	Rs. 13.26 (1 MW and above)	10	Additional Rs. 3.84/kWh for SPV and 3.26/kWh for solar thermal (1 MW and above)
Delhi	Final-	Rs. 17.91	Rs. 15.31		

	09.07.2010				
Gujarat	Final- 31.08.2010	Rs. 15 for (for initial 12 years) and RS. 5 (from 13th to 25th year)	Rs. 11 (for initial 12 years) and RS. 4 (from 13th to 25th year)	25	
Haryana	Final- 08.07.2010	Rs. 9.18 for Crystalline SPV and Rs. 8.90 for thin film SPV		25	
Jammu & Kashmir	Final- 02.06.2010	Rs. 17.91	Rs. 15.31		
Jharkhand	Final- 23.06.2010	Rs. 17.91	Rs. 15.31		
Karnataka	Final- 13.07.2010	Rs. 14.50	Rs. 11.35	25	
Kerala	Final- 01.01.2009	Overall- Rs. 15.18 (including incentives)		10	Maximum of Rs. 10/kWh for solar thermal projects (commissioned by 31.12.2009 ) and Rs. 9.50/kWh for solar thermal and Rs. 11.40/kWh for SPV for projects (commissioned after 31.12.2009)
Madhya Pradesh	Final- 06.07.2010	Rs. 15.35 (>2 MW and for rooftop PV up to 2 MW 15.49)	Rs. 11.26	25	
Maharashtra	Final- 07.06.2010	To be higher by Rs.0.50/kWh or such higher amount as decided by commission		25	
Orissa	Final- 09.07.2010	Overall - Rs. 15.39		25	Rs. 3.13/kWh
Punjab		Overall – Rs. 10.39		25	Accelerated depreciation Rs. 1.04/kWh
Rajasthan	Final-	Rs. 15.32	Rs. 12.58	25	

	29.09.2010	(commissioned by 31.03.2012)	(commissioned by 31.03.2013)		
Tamil Nadu	Final-08.07.2010	Overall – Rs. 15.51		25	Accelerated depreciation Rs. 3.35/kWh
Uttar Pradesh	Final-22.06.2010	Rs. 5.50 (for 1 <sup>st</sup> year and increment of 3% every year)		25	
Uttarakhand	Final-06.07.2010	Overall – Rs. 17.7		25	Accelerated depreciation Rs. 1.65/kWh
West Bengal	Final-10.08.2010	Rs. 16.13 (100 kW to 2 MW)		25	

(Source: Renewable Energy Policy, MNRE, GoI.)

## ೩. ಧೈಯೋದ್ದೇಶಗಳು

ಪ್ರಸಕ್ತ ಅಧ್ಯಯನದ ಪ್ರಮುಖ ಉದ್ದೇಶಗಳೆಂದರೆ:

ಅ) ಸೌರ ಶಕ್ತಿ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವಿರುವ ಪ್ರದೇಶ ಮತ್ತು ಮಾಹೆವಾರು ಲೆಕ್ಕಾಚಾರ ಮಾಡುವುದು.

ಆ) ಪ್ರದೇಶವೊಂದರಲ್ಲಿ ಲಭ್ಯವಿರುವ ಮೇಲ್ವಿಚಾರಣೆ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರ

ಇ) ಎಲ್ಲ ಜಿಲ್ಲೆಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಸ್ತುತ ಬೇಡಿಕೆ ಈಡೇರಿಸಲು ಎಸ್‌ಪಿವಿ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಬಳಸಿಕೊಂಡು ವಿದ್ಯುತ್ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆಯಲು ನಿರೂಪಿಸಿದ ಭೂಮಿಯ ಅಂದಾಜು

ಈ) ಸೌರ ಮೂಲಗಳಿಂದ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಸಲಹೆ ಮಾಡುವುದು.

## ೪. ಸಾಮಗ್ರಿ ಮತ್ತು ವಿಧಾನ

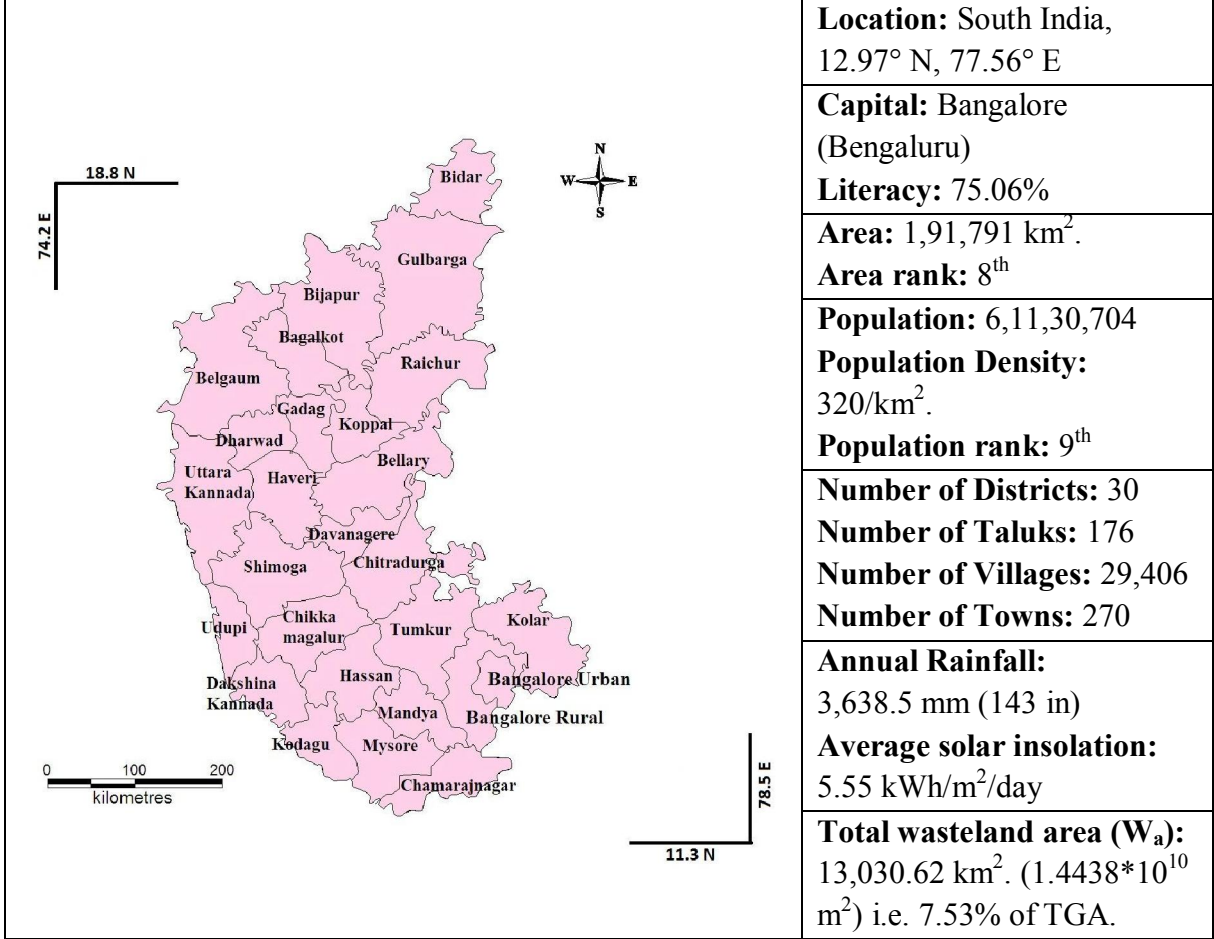
### ೪.೧ ಅಧ್ಯಯನ ಪ್ರದೇಶ: ಕರ್ನಾಟಕ

ಕರ್ನಾಟಕ ರಾಜ್ಯವು ೭೪.೨° ಯಿಂದ ೭೮.೫° ಅಕ್ಷಾಂಶ ಮತ್ತು ೧೧.೨° ರಿಂದ ೧೮.೮° ರೇಖಾಂಶಗಳ ನಡುವೆ ಇದ್ದು ೧,೯೧,೭೯೧ ಚ. ಕಿ.ಮೀ (ಚಿತ್ರ ೧) ವಿಸ್ತೀರ್ಣವನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಇದು ದೇಶದಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಅತಿ ದೊಡ್ಡ ರಾಜ್ಯವಾಗಿದ್ದು ಚ.ಕಿ.ಮೀಗೆ ೩೨೦ ಜನಸಾಂದ್ರತೆ ಹೊಂದಿದೆ. ಕರ್ನಾಟಕವು ಭಾರತದ ದಕ್ಷಿಣ ಭಾಗದಲ್ಲಿದ್ದು, ೩೦ ಜಿಲ್ಲೆಗಳು, ೧೭೯ ತಾಲ್ಲೂಕುಗಳು ಮತ್ತು ೨೯,೦೦೦ ಕ್ಷೇತ್ರ ಹೆಚ್ಚು ಗ್ರಾಮಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ರಾಜ್ಯವು ವಾರ್ಷಿಕ ಸರಾಸರಿ ೩,೬೩೮ ಮಿ.ಮೀ ಮಳೆ ಮತ್ತು ವಾರ್ಷಿಕ ಸರಾಸರಿ ಬಿಸಿಲೂಡಿಕೆ ೫.೫೫ ಕಿ.ವ್ಯಾ.ಘಂ/ಚ.ಮೀ/ದಿನ ಹೊಂದಿದೆ. ಚಿತ್ರ ೧ ರಾಜ್ಯದ ಪಕ್ಷಿನೋಟವನ್ನು ನೀಡುತ್ತದೆ.

### ೪.೨ ಸೌರ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ಅಧ್ಯಯನ

ನಾಸಾ ಎಸ್‌ಎಸ್‌ಇ (NASA SSE) ಜಾಗತಿಕ ಬಿಸಿಲೂಡಿಕೆ ದತ್ತಾಂಶಗಳನ್ನು ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿರುವ ವಿಕಿರಣ ವರ್ಗಾವಣೆ ಆಧಾರದ ಭೌತಿಕ ಮಾದರಿಯಿಂದ ಮತ್ತು ಅದರ ಹೀರುವಿಕೆ ಮತ್ತು ಚದುರುವಿಕೆ ಗುಣಗಳ ಪರಿಮಾಣಗಳಿಂದ ರೂಪಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈ ಮಾದರಿಗೆ ಪ್ರಾಥಮಿಕ ದತ್ತಾಂಶಗಳೆಂದರೆ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣುವ ಮತ್ತು ಅವಗಂಪು (ಇನ್‌ಫ್ರಾರೆಡ್) ವಿಕಿರಣ, ಮೋಡ ಮತ್ತು ಮೇಲ್ಮೈ ಗುಣಗಳು, ಉಷ್ಣಾಂಶ, ನೀರಿನಂಶ, ಲಂಬ ಓಜೋನ್ ಮೊತ್ತ ಮತ್ತು ವಿವಿಧ ಉಪಗ್ರಹ ಸಾಧನಗಳನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ವಾತಾವರಣದ ಪರಿಮಾಣಗಳಾದ ಉಷ್ಣಾಂಶ ಮತ್ತು ಒತ್ತಡಗಳನ್ನು ಅಳೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ವಿವಿಧ ನೆಲೆಗಳು ಮತ್ತು ಅವಧಿಗಳಿಗಾಗಿ ಜಾಗತಿಕ

ಬಿಸಿಲೂಡಿಕೆಯನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿದ ಸಂಜ್ಞೆಗಳ ಜೊತೆ ಉಪಗ್ರಹ ಸಂವೇದಕಗಳಿಗೆ ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಳ್ಳುವ ದೀರ್ಘ ತರಂಗಾಂತರ ಮತ್ತು ಕಿರು ತರಂಗಾಂತರ ಸೌರ ವಿಕಿರಣಗಳನ್ನು ಅಭ್ಯಸಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ೨೨ ವರ್ಷಗಳ ಅವಧಿಗೆ (ಜುಲೈ ೧, ೧೯೮೩ ರಿಂದ ಜೂನ್ ೩೦, ೨೦೦೫) ನಾಸಾ ಎಸ್‌ಎಸ್‌ಐ ಜಾಲತಾಣದಿಂದ (<http://eosweb.larc.nasa.gov/sse/>) ಪಡೆದ 1°X1° ಪ್ರದೇಶದ ಸ್ಥಳವಿಸ್ತಾರ (ಗ್ರಿಡ್) ಮತ್ತು ಸ್ವಷ್ಟಚಿತ್ರಣ ಎಸ್‌ಎಸ್‌ಐ ಜಾಗತಿಕ ಬಿಸಿಲೂಡಿಕೆ ದತ್ತಾಂಶಗಳನ್ನು, ಪ್ರತಿ ೩ ಘಂಟೆಗಳಿಗೆ ಅಳತೆ ಮಾಡಿ ಪಡೆದ ದೈನಿಕ, ಮಾಸಿಕ ಮತ್ತು ವಾರ್ಷಿಕ ಸರಾಸರಿಯಂತೆ ಲಭ್ಯವಿರುವ ಭೂ ಮೇಲ್ಮೈ ವಿಕಿರಣ ಜಾಲಬಂಧ (Baseline Surface Radiation Network, ಬಿಎಸ್‌ಆರ್‌ಎನ್) ದತ್ತಾಂಶಗಳೊಂದಿಗೆ ಖಚಿತಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳಲಾಯಿತು.



ಚಿತ್ರ ೧: ಅಧ್ಯಯನ ಪ್ರದೇಶ - ಕರ್ನಾಟಕ ರಾಜ್ಯ

ಈ ಅಧ್ಯಯನದಲ್ಲಿ, ರಾಜ್ಯವಾರು ನಾಸಾ ಎಸ್‌ಎಸ್‌ಐ ಮಾಸಿಕ ಸರಾಸರಿ ಜಾಗತಿಕ ಬಿಸಿಲೂಡಿಕೆ ದತ್ತಾಂಶವನ್ನು ಅಕ್ಷಾಂಶ ೬° ರಿಂದ ೯° E ಮತ್ತು ರೇಖಾಂಶ ೮° ರಿಂದ ೩೮° N ದೊಳಗೆ ಭಾರತ ಮೇಲ್ಮೈಯನ್ನು ಪೂರ್ಣ ಆವರಿಸುವ ೯೦೦ ಗ್ರಿಡ್‌ಗಳಿಂದ ಸಂಗ್ರಹಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಎಲ್ಲ ರಾಜ್ಯಗಳಿಗೆ ಮಾಸಿಕ ಸರಾಸರಿ ಜಾಗತಿಕ ಬಿಸಿಲೂಡಿಕೆ ನಕ್ಷೆಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಲು ಒಂದು ಭೂ-ಅಂಕಿ ಅಂಶ ದ್ವಿ ರೇಖಾ ಪ್ರಕ್ಷೇಪಣ ವಿಧಾನವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

$$I = (G - D)/\sin \Phi \quad (೨)$$

ಇಲ್ಲಿ G ಎಂದರೆ ಜಾಗತಿಕ ಬಿಸಿಲೂಡಿಕೆ, D ಎಂದರೆ ಪ್ರಸರಿತ ಬಿಸಿಲೂಡಿಕೆ ಮತ್ತು Φ ಎಂದರೆ ಸೂರ್ಯನನ್ನು ಎತ್ತರಿಸುವ ಕೋನ.

### ೪.೩ ಕ್ಷೇತ್ರವಾರು (Sector-wise) ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಬಳಕೆ

೨೦೦೨-೦೩ ರಿಂದ ೨೦೧೦-೧೧ ರವರೆಗೆ ಕ್ಷೇತ್ರವಾರು ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಬಳಕೆಯನ್ನು ಕೋಷ್ಟಕ ೩ ರಲ್ಲಿ ಪಟ್ಟಿ ಮಾಡಿದೆ. ರಾಜ್ಯದ ಒಟ್ಟು ಬಳಕೆಯು ೨೧,೬೯೮.೨೩ ಉಘಾ, ಗಿ.ವ್ಯಾ.ಘಂ (೨೦೦೨-೦೩) ದಿಂದ ೩೬೯೭೫.೨ ಗಿ.ವ್ಯಾ.ಘಂ ಗೆ (೨೦೧೦-೧೧) ಹೆಚ್ಚಳ ಕಂಡಿದೆ. ವಿವಿಧ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಬಳಕೆಯ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಹೆಚ್ಚಳವನ್ನು (೨೦೦೨-೦೩ ರಿಂದ ೨೦೧೦-೧೧ ರವರೆಗೆ) ಚಿತ್ರ ೨ ರಲ್ಲಿ ಕಾಣಬಹುದು. ಹೀಗೆ, ಬಳಕೆಯು ಉತ್ಪಾದನೆಯನ್ನು ಮೀರಿರುವುದರಿಂದ ರಾಜ್ಯವು ಪ್ರಸ್ತುತ ವಿದ್ಯುತ್ ಕೊರತೆಯನ್ನು ಎದುರಿಸುತ್ತಿದೆ.

ಕೋಷ್ಟಕ ೩: ಕ್ಷೇತ್ರವಾರು ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಬಳಕೆ (ಗಿ.ವ್ಯಾ.ಘಂ ಯಲ್ಲಿ)

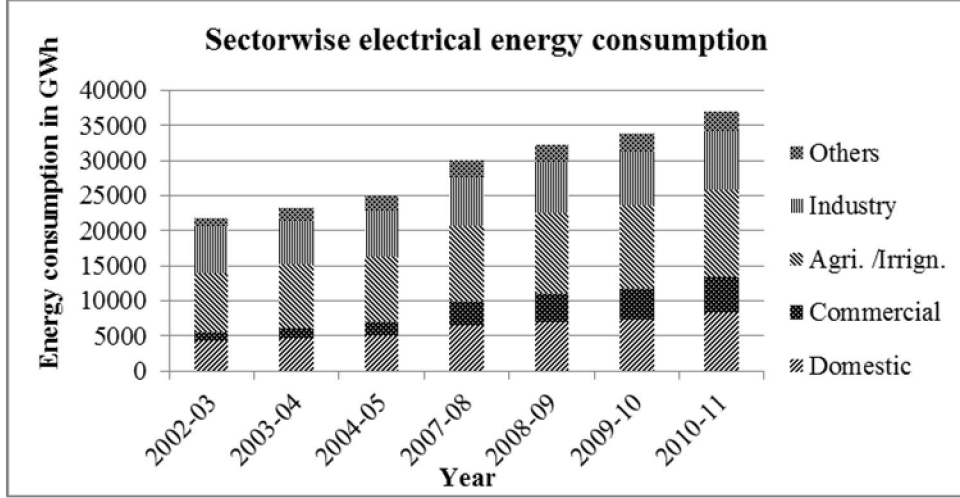
ವರ್ಷ	ಗೃಹ-ಬಳಕೆ	ವಾಣಿಜ್ಯ ಬಳಕೆ	ವ್ಯವಸಾಯ/ನೀರಾವರಿ	ಕೈಗಾರಿಕೆ	ಇತರೆ	ಒಟ್ಟು
೨೦೦೨-೦೩	೪೨೫೧.೯೫	೧೧೬೨.೭೬	೮೫೦೭.೯೧	೬೫೦೪.೭೮	೧೨೭೦.೮೩	೨೧೬೯೮.೨೩
೨೦೦೩-೦೪	೪೪೬೨.೧೩	೧೬೧೬.೧೫	೮೯೯೨.೪೮	೬೦೬೮.೪೬	೨೦೦೩.೯೫	೨೩೧೪೩.೧೭
೨೦೦೪-೦೫	೪೯೨೩.೭೯	೧೯೨೫.೪೮	೯೩೨೩.೮೧	೬೪೭೦.೪೭	೨೧೩೭.೯೭	೨೪೭೮೧.೫೨
೨೦೦೭-೦೮	೬೩೨೨.೯೪	೩೫೪೯.೮೭	೧೦೮೦೮.೬೫	೬೯೦೩.೨೧	೨೪೦೩.೨೭	೨೯೯೮೭.೯೪
೨೦೦೮-೦೯	೬೮೭೬.೮೪	೪೦೧೪.೫೩	೧೧೫೪೧.೪೧	೭೨೬೬.೮೧	೨೫೨೫.೮೩	೩೨೨೨೫.೪೨
೨೦೦೯-೧೦	೭೩೬೦.೦೯	೪೩೪೯.೪೮	೧೧೮೯೪.೯೯	೭೫೧೩.೪೭	೨೬೯೨.೩೯	೩೩೮೧೦.೩೩
೨೦೧೦-೧೧	೮೨೮೦.೮೪	೫೦೧೮.೫೧	೧೨೪೩೫.೨	೮೪೪೨.೧೧	೨೭೯೮.೫೪	೩೬೯೭೫.೨

(Source: TEDDY Energy year book and Annual Report 2011-12 on The Working of State Power Utilities & Electricity Departments by Planning Commission, Govt. of India.)

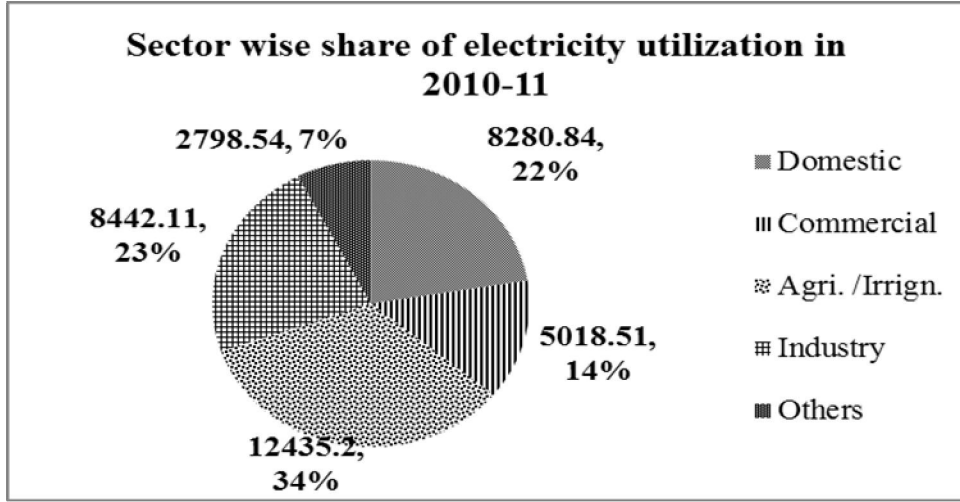
(Note: Electrical energy consumption data for year 2005-06 and 2006-07 is not available)

೨೦೧೦-೧೧ರಲ್ಲಿ ಕ್ಷೇತ್ರವಾರು ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಬಳಕೆಯನ್ನು ಚಿತ್ರ ೩ ರಲ್ಲಿ ಕಾಣಬಹುದು. ಕೃಷಿ ಮತ್ತು ನೀರಾವರಿ ಪಂಪ್‌ಸೆಟ್‌ಗಳು ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿ ಮುಂಚೂಣಿಯಲ್ಲಿದ್ದು ಶೇ. ೩೪ ರಷ್ಟು (೧೨೪೩೫.೨ ಗಿ.ವ್ಯಾ.ಘಂ) ಪಾಲು ಹೊಂದಿದ್ದು, ಕೈಗಾರಿಕಾ ರಂಗ (ಶೇ. ೨೩, ೮೪೪೨.೧೧ ಗಿ.ವ್ಯಾ.ಘಂ), ಗೃಹಬಳಕೆ (ಶೇ. ೨೨, ೮೨೮೦.೮೪ ಗಿ.ವ್ಯಾ.ಘಂ) ಮತ್ತು ವ್ಯಾಪಾರ ಕ್ಷೇತ್ರ (ಶೇ. ೧೪, ೫೦೧೮.೫೧ ಗಿ.ವ್ಯಾ.ಘಂ) ನಂತರದ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿವೆ.

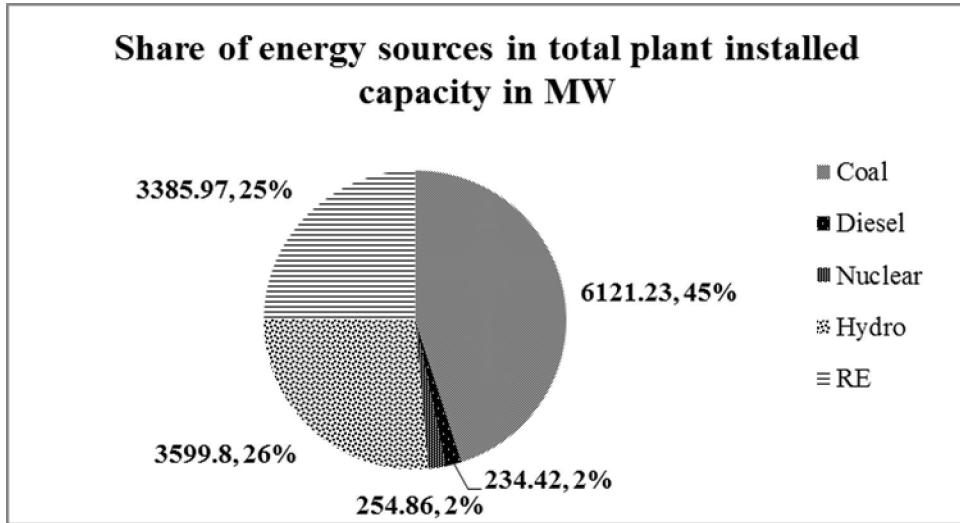
ಚಿತ್ರ ೪ ರಲ್ಲಿ ವಿವಿಧ ಇಂಧನ ಮೂಲಗಳ ಬಳಕೆಯ ಪಾಲನ್ನು ತೋರಿಸಿದ್ದು, ಇದರಲ್ಲಿ ಕಲ್ಲಿದ್ದಲು ಆಧಾರಿತ ಉಷ್ಣ ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದನೆಯು ಪ್ರಧಾನ ಪಾಲು (ಶೇ. ೪೫) ಹೊಂದಿದೆ. ನಂತರದಲ್ಲಿ ಜಲವಿದ್ಯುತ್ (ಶೇ. ೨೭), ನವೀಕರಿಸಬಹುದಾದ ಮೂಲಗಳ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ (ಶೇ. ೨೪), ಡೀಸೆಲ್ ಮತ್ತು ಪರಮಾಣು ಶಕ್ತಿ ಮೂಲಗಳು ಶೇ. ೪ ರಷ್ಟು ಪಾಲನ್ನು (ತಲಾ ಶೇ. ೨) ಹೊಂದಿವೆ.



ಚಿತ್ರ ೨: ೨೦೦೨-೦೩ ರಿಂದ ೨೦೧೦-೧೧ ರವರೆಗಿನ ಕ್ಷೇತ್ರವಾರು ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಬಳಕೆ



ಚಿತ್ರ ೩: ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿ ಕ್ಷೇತ್ರವಾರು ಪಾಲು (೨೦೧೦-೧೧)



ಚಿತ್ರ ೪: ಒಟ್ಟಾರೆ ಅಳವಡಿಸಿರುವ ಘಟಕಗಳ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದಲ್ಲಿ ವಿವಿಧ ಶಕ್ತಿ ಮೂಲಗಳ ಪಾಲು

## ೫. ಸಂಶೋಧನೆಯ ಪ್ರಮುಖ ಅಂಶಗಳು

### ೫.೧ ಕರ್ನಾಟಕದಲ್ಲಿ ಸೌರಶಕ್ತಿ ಬಳಕೆ

ಸೌರಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಗ್ರಿಡ್-ಸಹಿತ ಮತ್ತು ಗ್ರಿಡ್-ರಹಿತ ಸೌರ ಘಟಕವಾಗಿ ಕರ್ನಾಟಕದಲ್ಲಿ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಪ್ರಸ್ತುತ ರಾಜ್ಯವು ೬ ಮೆ.ವ್ಯಾ, ಒಟ್ಟು ಪರಸ್ಪರ ವರ್ತಿಸುವ (ಗ್ರಿಡ್-ಸಹಿತ) ಗ್ರಿಡ್ ಘಟಕಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ೨೯.೪೧ ಕಿ.ವ್ಯಾ. ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ಗ್ರಿಡ್-ರಹಿತ ಸೌರ ವಿದ್ಯುತ್ ಘಟಕಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ರಾಜ್ಯದಲ್ಲಿರುವ ಗ್ರಿಡ್-ರಹಿತ ಸೌರ ಘಟಕಗಳನ್ನು ಕೋಷ್ಟಕ ೪ರಲ್ಲಿ ನೀಡಿದೆ.

ಕೋಷ್ಟಕ ೪: ಕರ್ನಾಟಕದಲ್ಲಿ ಸೌರ ಶಕ್ತಿಯ ಬಳಕೆ (೨೦೧೩-೨೦೧೧ ರಂತೆ)

<ul style="list-style-type: none"> <li>ಗ್ರಿಡ್-ಸಹಿತ ಸೌರ ಘಟಕ: ೬ ಮೆ.ವ್ಯಾ.</li> </ul>													
<ul style="list-style-type: none"> <li>ಗ್ರಿಡ್-ರಹಿತ ಸೌರ ಘಟಕ (ಎಸ್‌ಪಿವಿ): ೨೯.೪೧ ಕಿ.ವ್ಯಾ.</li> </ul>	<table> <tr> <td>Street lighting</td> <td>2,694 in nos.</td> </tr> <tr> <td>SPV pumps</td> <td>551 in nos.</td> </tr> <tr> <td>House lighting</td> <td>36,134 in nos.</td> </tr> <tr> <td>Solar lantern</td> <td>7,334 in nos.</td> </tr> <tr> <td>Solar cookers</td> <td>253 in nos.</td> </tr> <tr> <td>Power plants</td> <td>255.41 ಕಿ.ವ್ಯಾ.</td> </tr> </table>	Street lighting	2,694 in nos.	SPV pumps	551 in nos.	House lighting	36,134 in nos.	Solar lantern	7,334 in nos.	Solar cookers	253 in nos.	Power plants	255.41 ಕಿ.ವ್ಯಾ.
Street lighting	2,694 in nos.												
SPV pumps	551 in nos.												
House lighting	36,134 in nos.												
Solar lantern	7,334 in nos.												
Solar cookers	253 in nos.												
Power plants	255.41 ಕಿ.ವ್ಯಾ.												

(ಮೂಲ: ವಿದ್ಯುತ್ ಅಂಕಿಅಂಶ ೨೦೧೨ (೧೯ನೇ ಸಂಚಿಕೆ), ಕೇಂದ್ರೀಯ ಅಂಕಿಅಂಶ ಕಛೇರಿ, ಭಾರತ ಸರ್ಕಾರದ ಅಂಕಿಅಂಶ ಮತ್ತು ಕಾರ್ಯಕ್ರಮ ಅನುಷ್ಠಾನ ಸಚಿವಾಲಯ, ನವದೆಹಲಿ)

ಮಾರ್ಚ್ ೨೦೧೩ ರಂತೆ, ರಾಜ್ಯ ಸರ್ಕಾರದ ವಿವಿಧ ಯೋಜನೆಯಡಿಯಲ್ಲಿ ೧೪ ಮೆ.ವ್ಯಾ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ಸೌರಶಕ್ತಿ ಘಟಕಗಳನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಲಾಗಿದೆ. ಕೋಷ್ಟಕ ೫ ರಲ್ಲಿ ಕರ್ನಾಟಕದಲ್ಲಿ ಅಳವಡಿಸಿರುವ ಸೌರ ವಿದ್ಯುತ್ ಘಟಕಗಳ ವಿವರಗಳನ್ನು ನೀಡಲಾಗಿದೆ.

ಕೋಷ್ಟಕ ೫: ರಾಜ್ಯದಲ್ಲಿ ಅಳವಡಿಸಿರುವ ಸೌರ ವಿದ್ಯುತ್ ಘಟಕಗಳು

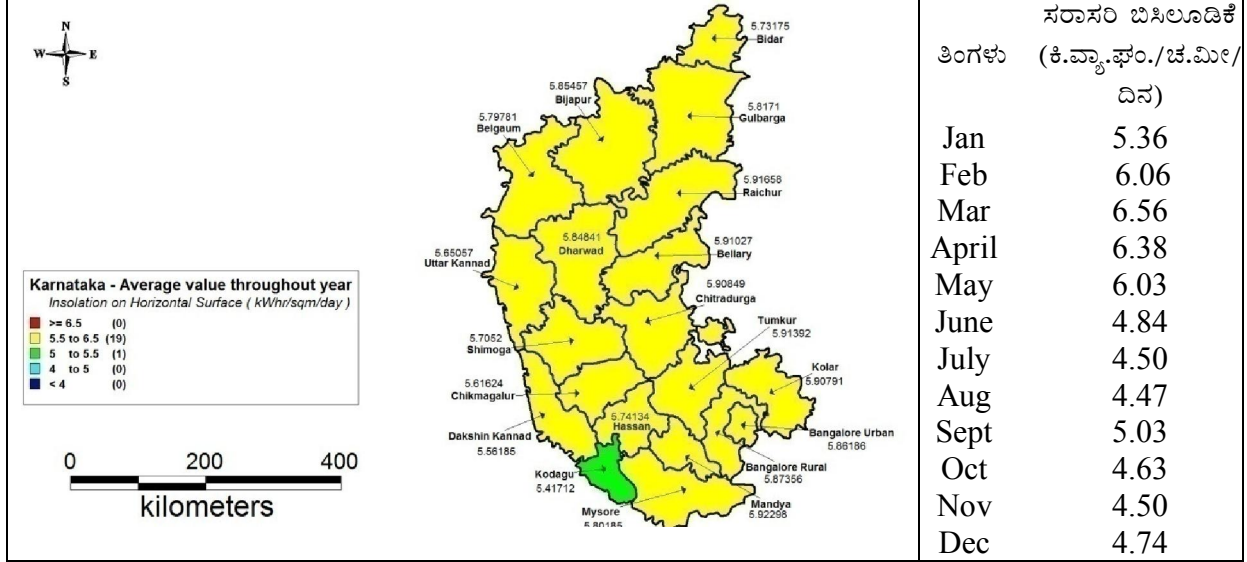
ಆನುಸ್ಥಾಪಕರು	ಸಾಮರ್ಥ್ಯ (ಮೆ.ವ್ಯಾ)	ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ	ಯೋಜನೆ
ಕರ್ನಾಟಕ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರಸಾರಣ ನಿಗಮ ನಿಯಮಿತ (ಕೆಪಿಸಿಎಲ್)	೫	ಎಸ್‌ಪಿವಿ	ಜೆಎನ್‌ಎನ್‌ಎಸ್‌ಎಮ್
ಕೆಪಿಸಿಎಲ್ (ಕೋಲಾರ)	೩	ಎಸ್‌ಪಿವಿ	ಅರುಣೋದಯ
ಕೆಪಿಸಿಎಲ್ (ರಾಯಚೂರು)	೩	ಎಸ್‌ಪಿವಿ	ಅರುಣೋದಯ
ಕೆಪಿಸಿಎಲ್ (ಬೆಳಗಾವಿ)	೩	ಎಸ್‌ಪಿವಿ	ಅರುಣೋದಯ
ಒಟ್ಟು	೧೪		

(Source: MNRE, Govt. of India)

### ೫.೨ ಕರ್ನಾಟಕದ ಸೌರಶಕ್ತಿ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ

ಕರ್ನಾಟಕವು ವಾರ್ಷಿಕವಾಗಿ ೫.೫೫ ಕಿ.ವ್ಯಾ.ಘಂ./ಚ.ಮೀ./ದಿನ ಸರಾಸರಿ ಬಿಸಿಲೂಡಿಕೆ ಹೊಂದಿದೆ. ಬಿಸಿಲೂಡಿಕೆಯು ವಾರ್ಷಿಕವಾಗಿ ೪.೫ ರಿಂದ ೭ ಕಿ.ವ್ಯಾ.ಘಂ./ಚ.ಮೀ./ದಿನ ರವರೆಗೆ ವ್ಯಾಪಿಸಿದೆ (ಚಿತ್ರ ೫). ಕೊಡಗು (೫-೫.೫ ಕಿ.ವ್ಯಾ.ಘಂ./ಚ.ಮೀ./ದಿನ) ಜಿಲ್ಲೆಯನ್ನು ಹೊರತುಪಡಿಸಿ ರಾಜ್ಯದ ಎಲ್ಲ ಜಿಲ್ಲೆಗಳು ಸರಾಸರಿ ೫.೫-೬.೫ ಕಿ.ವ್ಯಾ.ಘಂ./ಚ.ಮೀ./ದಿನ ಬಿಸಿಲೂಡಿಕೆ ಹೊಂದಿವೆ.





ಚಿತ್ರ ೫: ಕರ್ನಾಟಕದಲ್ಲಿ ಸರಾಸರಿ ವಾರ್ಷಿಕ ಸೌರ ಬಿಸಿಲೂಡಿಕೆ (ಕಿ.ವ್ಯಾ.ಘಂ./ಚ.ಮೀ./ದಿನ)

ಚಿತ್ರ ೬ (ಚಿತ್ರಗಳು ೬.೧-೬.೧೨) ರಾಜ್ಯದ ವಾರ್ಷಿಕ ಜಾಗತಿಕ ಬಿಸಿಲೂಡಿಕೆ ವಿವರಗಳನ್ನು ನೀಡುತ್ತದೆ. ಎಲ್ಲ ಜಿಲ್ಲೆಗಳ ಜಾಗತಿಕ ಬಿಸಿಲೂಡಿಕೆ ವಿವರಗಳನ್ನು ಚಿತ್ರ ೬.೧ (ಜನವರಿ) ಯಿಂದ ಚಿತ್ರ ೬.೧೨ (ಡಿಸೆಂಬರ್) ರವರೆಗೆ ನೀಡಲಾಗಿದೆ.

### ೫.೩ ಭೂಮಿಯ ಅವಶ್ಯಕತೆ

ಯಾವುದೇ ವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಥಾವರದ ಯೋಜನಾ ಹಂತದ ಆರಂಭದಲ್ಲಿಯೇ ಯೋಜನೆಗೆ ಅವಶ್ಯವಿರುವ ಭೂಮಿಯ ವಿಸ್ತೀರ್ಣವನ್ನು ಅಂದಾಜು ಮಾಡಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಸುಮಾರು ೧ ಕಿ.ವ್ಯಾ ಸೌರ ವಿದ್ಯುತ್ ಘಟಕ (ಎಸ್‌ಪಿವಿ ಆಧಾರಿತ) ಸ್ಥಾಪಿಸಲು ಅಂದಾಜು ೧೦೦ ಚ.ಮೀ ಭೂಮಿ ಅವಶ್ಯವಿದೆ. ಸೌರ ಶಕ್ತಿಯ ಉತ್ಪಾದನೆಯ ಆಧರಿಸಿರುವ ಅಂಶಗಳೆಂದರೆ: ಅ) ಪ್ರಸಕ್ತ ವಿದ್ಯುತ್ ಬೇಡಿಕೆ ಆ) ಪ್ರದೇಶವೊಂದರಲ್ಲಿ ಲಭ್ಯವಿರುವ ನಿರುಪಯುಕ್ತ ಭೂಮಿಯ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ ಇ) ಸಂಬಂಧಿತ ಕೌಟುಂಬಿಕ ಬೇಡಿಕೆಯನ್ನು ಪೂರೈಸಲು ಎಸ್‌ಪಿವಿ ಅಳವಡಿಸಲು ಮೇಲ್ವಿಚಾರಣೆ ಲಭ್ಯತೆ.

### ೫.೪ ಜಿಲ್ಲಾವಾರು ನಿರುಪಯುಕ್ತ ಹಾಗೂ ಬರಡು ಭೂಮಿಯ ಲಭ್ಯತೆ

ಕೋಷ್ಟಕ ೬ ರಲ್ಲಿ ನಿರುಪಯುಕ್ತ ಭೂಮಿ ಅಟ್ಲಾಸ್‌ನಂತೆ (೨೦೧೧) ರಾಜ್ಯದಲ್ಲಿರುವ ಜಿಲ್ಲಾವಾರು ನಿರುಪಯುಕ್ತ ಹಾಗೂ ಬರಡು ಭೂಮಿಯ ಲಭ್ಯತೆ ನೀಡಿದೆ. ಕರ್ನಾಟಕದಲ್ಲಿ ನಿರುಪಯುಕ್ತ ಭೂಮಿಯ ಲಭ್ಯತೆಯು ಒಟ್ಟಾರೆ ಭೌಗೋಳಿಕ ಪ್ರದೇಶದ ಶೇ. ೧.೮೮ (ಬಿಜಾಪುರ) ದಿಂದ ೧೫.೮೮ (ಬಳ್ಳಾರಿ) ವರೆಗೆ ಇದೆ. ಬರಡು ಭೂಮಿಯ ಲಭ್ಯತೆಯು ಶೇ. ೦.೦೨ (ಹಾವೇರಿ) ದಿಂದ ೧.೫೮ (ರಾಯಚೂರು) ಇದೆ.

ಕೋಷ್ಟಕ ೬: ಜಿಲ್ಲಾವಾರು ನಿರುಪಯುಕ್ತ ಹಾಗೂ ಬರಡು ಭೂಮಿಯ ಲಭ್ಯತೆ (ಚ.ಕಿ.ಮೀ)

Districts	ಒಟ್ಟಾರೆ ಭೌಗೋಳಿಕ ಪ್ರದೇಶ (ಚ.ಕಿ.ಮೀ)	ನಿರುಪಯುಕ್ತ ಭೂಮಿ (ಚ.ಕಿ.ಮೀ)	% of WL in TGA	ಬರಡು ಭೂಮಿ* (ಚ.ಕಿ.ಮೀ)	% of Barren Land in TGA	% of Barren Land in WL
Bagalkot	೬೫೭೫	೭೮೭.೫೫	೧೧.೯೮	೮೨.೭೫	೧.೨೬	೧೦.೫೧

Bangalore Rural	ಇಳಿಗಿರಿ	ಇಳಿಗಿರಿ.೨೭	೧೦.೧೨	೮೭.೮೬	೧.೫೧	೧೪.೯೪
Bangalore Urban	೨೧೯೦	೯೦.೩	೪.೧೨	೧.೬೮	೦.೦೮	೧.೮೬
Belgaum	೧೩೪೧೫	೧೧೦೮.೩೮	೮.೨೬	೧.೩೧	೦.೦೧	೦.೧೨
Bellary	೮೪೧೯	೧೩೩೬.೮	೧೫.೮೮	೭೫.೪೧	೦.೯೦	೫.೬೪
Bidar	೫೪೪೮	೩೮೩.೦೧	೭.೦೩	೨.೧೨	೦.೦೪	೦.೫೫
Bijapur	೧೦೪೯೪	೧೯೮.೪೩	೧.೮೯	೪೪.೭೧	೦.೪೩	೨೨.೫೩
Chamarajanagar	೫೬೮೫	೩೭೩.೯೪	೬.೫೮	೫.೪೧	೦.೧೦	೧.೪೫
Chikmagalur	೭೨೦೧	೨೮೪.೯೬	೩.೯೬	೧೪.೬೫	೦.೨೦	೫.೧೪
Chitradurga	೮೪೪೦	೯೩೫.೯೭	೧೧.೦೯	೭೭.೭೯	೦.೯೨	೮.೩೧
Dakshina Kannada	೪೮೪೩	೧೭೨.೮೮	೩.೫೭	೨೬.೯೯	೦.೫೬	೧೫.೬೧
Davanagere	೫೯೬೬	೪೮೩.೮೧	೮.೧೧	೪.೮೭	೦.೦೮	೧.೦೧
Dharwad	೪೨೩೦	೧೧೨.೩೮	೨.೬೬	೦.೬	೦.೦೧	೦.೫೩
Gadag	೪೬೫೭	೩೦೫.೭೫	೬.೫೭	೧೬.೧೩	೦.೩೫	೫.೨೮
Gulbarga	೧೬೨೨೪	೯೯೪.೩೫	೬.೧೩	೧೦೭.೧೯	೦.೬೬	೧೦.೭೮
Hassan	೬೮೧೪	೩೨೮.೪೮	೪.೮೨	೫.೪೯	೦.೦೮	೧.೬೭
Haveri	೪೮೫೧	೧೩೭.೧೪	೨.೮೩	೦.೮೬	೦.೦೨	೦.೬೩
Kodagu	೪೧೦೨	೧೦೭.೪	೨.೬೨	೩.೨೫	೦.೦೮	೩.೦೩
Kolar	೮೨೨೩	೭೫೨.೮	೯.೧೫	೧೨೯.೧೧	೧.೫೭	೧೭.೧೫
Koppal	೭೧೮೯	೪೭೨.೪೨	೬.೫೭	೫೩.೦೬	೦.೭೪	೧೧.೨೩
Mandya	೪೯೬೧	೩೭೪.೪೧	೭.೫೫	೩೫.೨೯	೦.೭೧	೯.೪೩
Mysore	೬೨೬೯	೧೧೫.೭೧	೧.೮೫	೧.೮೨	೦.೦೩	೧.೫೭
Raichur	೬೮೨೮	೬೫೮.೨೫	೯.೬೪	೧೦೮.೧೪	೧.೫೮	೧೬.೪೩
Shimoga	೮೪೬೫	೪೮೧.೫೩	೫.೬೯	೨.೯೮	೦.೦೪	೦.೬೨
Tumkur	೧೦೫೯೮	೬೨೩.೭೭	೫.೮೯	೧೦೨.೧೬	೦.೯೬	೧೬.೩೮
Udupi	೩೫೯೮	೧೮೧.೪೫	೫.೦೪	೩೬.೭೫	೧.೦೨	೨೦.೨೫
Uttara Kannada	೧೦೨೯೧	೬೪೦.೪೮	೬.೨೨	೭.೫೯	೦.೦೭	೧.೧೯
<b>Total</b>	<b>೧೯೧೭೯೧</b>	<b>೧೩೦೩೦.೬೨</b>	<b>೬.೭೯</b>	<b>೧೦೩೫.೯೭</b>	<b>೦.೫೪</b>	<b>೭.೯೫</b>

(Source: Wastelands Atlas of India 2011)

\*Barren Lands: Sands-Coastal, Sands-Desertic, Sands-Semi Stab.-Stab>40m, Sands-Semi Stab.-Stab 15-40m, Mining Wastelands, Industrial wastelands, Barren Rocky/Stony waste.

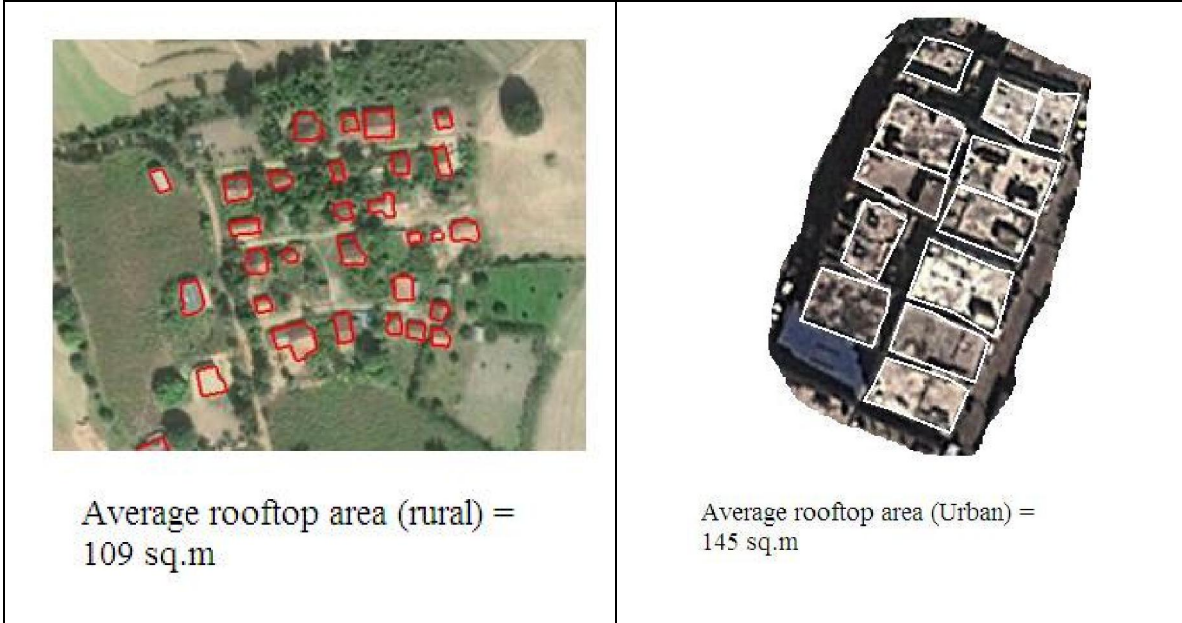
## ೫.೫ ಲಭ್ಯವಿರುವ ಸೌರ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದನೆ

ಸೌರಕೋಶ (ಎಸ್‌ಪಿವಿ ಮಾಡ್ಯೂಲ್) ಬಳಸಿಕೊಂಡು ವಿಕಿರಣಗಳಿಂದ ನೇರವಾಗಿ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು. ಎಸ್‌ಪಿವಿ ಮಾಡ್ಯೂಲ್‌ಗಳನ್ನು ಮೇಲ್ಭಾಗವೆಣಿ ಮೇಲೆ ಅಳವಡಿಸಬಹುದು (ಗೃಹಬಳಕೆಗೆ) ಅಥವಾ ನೀರಾವರಿ ಬೇಡಿಕೆ ಪೂರೈಸಬಲ್ಲ ದೊಡ್ಡ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ಉತ್ಪಾದನೆಗಾಗಿ ನಿರುಪಯುಕ್ತ/ ಬರಡು ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಅಳವಡಿಸಬಹುದು.

## ೫.೫.೧ ಸೌರ ಮೇಲ್ಭಾಗವೆಣಿ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ (Rooftop SPV)

ರಾಜ್ಯದ ಸುಮಾರು ಶೇ. ೬೮.೪೩ ರಷ್ಟು ಜನತೆ ಗ್ರಾಮೀಣ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ವಾಸಿಸುತ್ತಿದ್ದು, ಅಲ್ಲಿ ಗೃಹ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಬಳಕೆಯು ಪ್ರತಿ ಮನೆಗೆ ಮಾಸಿಕ ೪೦ ರಿಂದ ೬೦ ಕಿ.ವ್ಯಾ.ಘಂ ಇದೆ. ಗ್ರಾಮೀಣ ಪ್ರದೇಶದ ತಲಾ ವಿದ್ಯುತ್ ಬಳಕೆಯು ಸುಮಾರು ೧೦ ರಿಂದ ೧೨ ಕಿ.ವ್ಯಾ.ಘಂ./ತಿಂಗಳು. ಗ್ರಾಮೀಣ ಮನೆಯೊಂದರ ಸರಾಸರಿ ಮೇಲ್ಭಾಗವೆಣಿ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ ೧೦೯.೮೩ ಚ.ಮೀ. ಇದ್ದು, ಇದರಿಂದ ಮಾಸಿಕ ವಿದ್ಯುತ್ ಬೇಡಿಕೆಯನ್ನು ಸೌರ ಎಸ್‌ಪಿವಿ ಅಳವಡಿಸಿ ಪೂರೈಸಬಹುದು. ಚಿತ್ರ ೨ ರಲ್ಲಿ ರಾಜ್ಯದ ಗ್ರಾಮೀಣ ಮತ್ತು ನಗರ ಪ್ರದೇಶದ ಮನೆಗಳ ಮೇಲ್ಭಾಗವೆಣಿಯ ಚಿತ್ರವನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಮೇಲ್ಭಾಗವೆಣಿಯಲ್ಲಿ ಎಸ್‌ಪಿವಿ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಬಳಸಿ ಪ್ರತಿ ತಿಂಗಳು ೬೦ ಕಿ.ವ್ಯಾ.ಘಂ. ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದಿಸಲು ಒಟ್ಟಾರೆ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದ (11=೧೦%, ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ = ಲಭ್ಯ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದ ಶೇ. ೮೦) ಕೇವಲ ಶೇ. ೪.೧೨ ರಷ್ಟು (೩.೬೨ ಚ.ಮೀ.) ಮಾತ್ರ ಅವಶ್ಯವಿದೆ.

ಸಾಮಾನ್ಯ ನಗರ ಪ್ರದೇಶದ ಮನೆಯೊಂದರಲ್ಲಿ ಲಭ್ಯವಿರುವ ಮೇಲ್ಭಾಗವೆಣಿ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ ಸುಮಾರು ೧೨೦ ಚ.ಅಡಿ (೧೧೨ ಚ.ಮೀ.) ಇದ್ದು, ಇದರಲ್ಲಿ ಶೇ. ೮೦ರಷ್ಟು ವಿಸ್ತೀರ್ಣವನ್ನು ಸೌರ ಶಕ್ತಿ ಪಡೆಯಲು ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು. ನಗರ ಪ್ರದೇಶದ ಸರಾಸರಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಬಳಕೆಯು ೧೦೦ ರಿಂದ ೧೫೦ ಕಿ.ವ್ಯಾ.ಘಂ. ಇದೆ. ಈ ಗೃಹ ವಿದ್ಯುತ್ ಬೇಡಿಕೆಯನ್ನು ಲಭ್ಯವಿರುವ ಮೇಲ್ಭಾಗವೆಣಿ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದ ಶೇ. ೧೦.೧ (೯.೧ ಚ.ಮೀ.) ರಷ್ಟನ್ನು ಮಾತ್ರ ಬಳಕೆ ಮಾಡುವ ಎಸ್‌ಪಿವಿ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನದಿಂದ ಪೂರೈಸಬಹುದು.

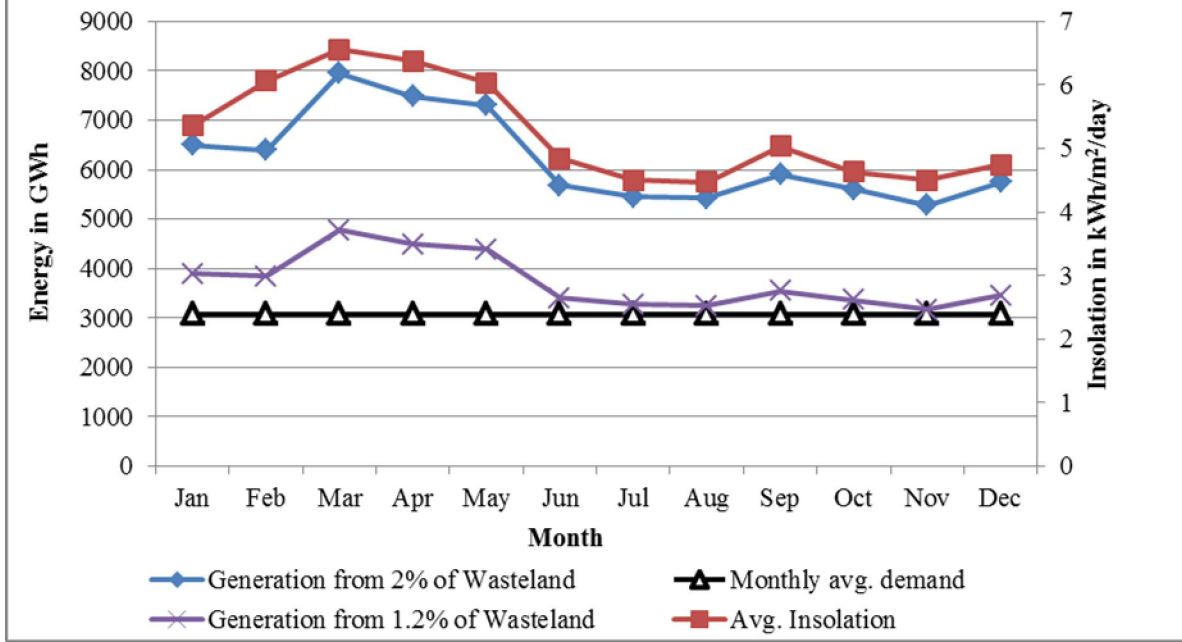


ಚಿತ್ರ ೨: ನಗರ ಮತ್ತು ಗ್ರಾಮೀಣ ಪ್ರದೇಶಗಳ ಮನೆಯ ಮೇಲ್ಭಾಗವೆಣಿ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದ ಚಿತ್ರಗಳು (ಗೂಗಲ್ ಭೂಚಿತ್ರ ೨೦೧೨,

<http://www.googleearth.com>)

### ೫.೫.೨ ನಿರುಪಯುಕ್ತ ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ಸೌರವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದನೆ

ಚಿತ್ರ ೮ ರಲ್ಲಿ ಶೇ. ೨ರಷ್ಟು ನಿರುಪಯುಕ್ತ ಭೂವಿಸ್ತೀರ್ಣದಲ್ಲಿ (೨೬೦.೬೧ ಚ.ಕಿ.ಮೀ. ಅಥವಾ ಬರಡು ಭೂಮಿಯ ಶೇ. ೨೫.೧ ರಷ್ಟು) ಉತ್ಪಾದಿಸಬಹುದಾದ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಸರಾಸರಿ ಬೇಡಿಕೆಯನ್ನು ತೋರಿಸಿದೆ. ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಉತ್ಪಾದನೆಯು ಪ್ರಸಕ್ತ ಬೇಡಿಕೆಗಿಂತ (೩೬,೯೭೫ ಗಿ.ವ್ಯಾ.ಘಂ.) ಕನಿಷ್ಠ ೧.೯ ಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿರುವುದನ್ನು ಇದು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ ೮: ಮಾಸಿಕ ಸರಾಸರಿ ಬೇಡಿಕೆ ಮತ್ತು ಸರಾಸರಿ ಬಿಸಿಲಾಡಿಕೆಯೊಂದಿಗೆ ನಿರುಪಯುಕ್ತ ಭೂಮಿಯಿಂದ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಉತ್ಪಾದನೆ  
 ಚಿತ್ರ ೮ ರಲ್ಲಿ ಕರ್ನಾಟಕದಲ್ಲಿ ಪ್ರಸಕ್ತ ವಿದ್ಯುತ್ ಬೇಡಿಕೆ (೩೬,೯೭೫ ಗಿ.ವ್ಯಾ.ಘಂ.) ಯನ್ನು ಈಡೇರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವಷ್ಟು ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಉತ್ಪಾದಿಸಲು ಅವಶ್ಯವಿರುವ ನಿರುಪಯುಕ್ತ ಭೂವಿಸ್ತೀರ್ಣದ (ಶೇ. ೧.೨, ೧೫೬.೩೬ ಕಿ.ಮೀ.) ವಿವರಗಳನ್ನು ನೀಡಿದೆ.

### ೬. ೨೧ ನೇ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಸುಸ್ಥಿರ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಗಾಗಿ ಶಿಫಾರಸುಗಳು

ಬೆಳೆಯುತ್ತಿರುವ ಬೇಡಿಕೆಗಳನ್ನು ಈಡೇರಿಸಲು ಸೌರಶಕ್ತಿ ಆಧಾರಿತ ಉತ್ಪಾದನೆ ಭರವಸೆದಾಯಕವೂ ಪರಿಸರ-ಸ್ನೇಹಿ ವಿಧಾನವೂ ಆಗಿದೆ. ಭಾರತವು ಒಳ್ಳೆಯ ಸೌರಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಹೊಂದಿದ್ದು ಈ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡಲ್ಲಿ ಪಳೆಯುಳಿಕೆ ಆಧಾರಿತ ಇಂಧನಗಳೊಂದಿಗೆ ಇರುವ ಪರಿಸರ ಮಾರಕ ಅಂಶಗಳನ್ನು ಕಡಿಮೆಗೊಳಿಸಬಹುದು. ಸೌರ ಎಸ್‌ಪಿವಿ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನವು ವಿಕೇಂದ್ರೀಕರಣ ಹಾದಿಯಲ್ಲಿ ಗೃಹ ಮತ್ತು ನೀರಾವರಿ ಬೇಡಿಕೆಗಳನ್ನು ಪೂರೈಸುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಹೊಂದಿದೆ. ನಗರ ಮತ್ತು ಗ್ರಾಮೀಣ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ವಿಕೇಂದ್ರೀಕೃತ ಸೌರವಿದ್ಯುತ್ ಘಟಕಗಳನ್ನು ಸ್ಥಾಪನೆಯು ಸ್ಥಳೀಯ ಕೈಗಾರಿಕೆಗಳಿಗೆ ನೆರವಾಗಲಿದ್ದು, ಅಗಾಧ ಪ್ರಮಾಣದ ಯುವಜನತೆಗೆ ದೊಡ್ಡ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಉದ್ಯೋಗ ಸೃಷ್ಟಿಸುವುದರಿಂದ ಸರ್ವತೋಮುಖ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಗೆ ಬುನಾದಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಮಹಾತ್ಮ ಗಾಂಧೀಜಿಯವರ 'ಗ್ರಾಮ ಸ್ವರಾಜ್ಯ' ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ನನಸು ಮಾಡುವುದಲ್ಲದೆ, ವಿಪುಲವಾಗಿ ಲಭ್ಯವಿರುವ ಯುವಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಸೌರಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಪ್ರದೇಶವನ್ನು ಅಭಿವೃದ್ಧಿ ಪಥಕ್ಕೆ ಕೊಂಡೊಯ್ಯುತ್ತದೆ. ಸೂಕ್ತ ರೀತಿಯ ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಕರ ನೀತಿಯು ಮನೆಗಳಲ್ಲಿ ಬೃಹತ್ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಸೌರ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ಅಳವಡಿಸಲು ಸಹಕಾರಿಯಾಗಬಲ್ಲದು. ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಬೇಡಿಕೆ ಪೂರೈಸುವಲ್ಲಿ ದೀರ್ಘಕಾಲದಲ್ಲಿ ಸಹಕಾರಿಯಾಗುವ ಅತಿ ಸಣ್ಣ ಗ್ರಿಡ್ (ಮೈಕ್ರೋಗ್ರಿಡ್, ಒಫಿಡಿಠ ರಿಡ್) ಮತ್ತು ಸ್ಮಾರ್ಟ್ ಗ್ರಿಡ್ ವಿನ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡ ವಿದ್ಯುತ್ ಉಳಿತಾಯ ಮಾಡುವ, ವಿಕೇಂದ್ರೀಕೃತ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಉತ್ಪಾದನಾ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನಗಳಿಗೆ ಮೇಲೆ ಗಮನ ಹರಿಸುವ ಅವಶ್ಯಕತೆಯಿದೆ.

ಈ ನಿಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಸಲಹೆಗಳೆಂದರೆ:

೧. ಭಾರತವು ವರ್ಷವೊಂದರಲ್ಲಿ ೩೦೦ ದಿನಗಳ ಕಾಲ ೫ ಕಿ.ವ್ಯಾ.ಘಂ./ಚ.ಮೀ./ದಿನ ಕ್ಷಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಸೌರ ಶಕ್ತಿ ಲಭ್ಯತೆ ಹೊಂದಿರುವುದರಿಂದ ಎಸ್‌ಪಿವಿ ಮತ್ತು ಸಿಎಸ್‌ಪಿ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನಗಳನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಉತ್ಪಾದಿಸುವ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯಿಂದ ಬೇಡಿಕೆ-ಪೂರೈಕೆ ನಡುವಿನ ಕೊರತೆ ನೀಗಿಸಬಹುದು. ಯಾವುದೇ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಬೇಡಿಕೆ ಪೂರೈಸಲು ಅವಶ್ಯ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದೊಂದಿಗೆ ವಿವೇಕಯುತ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನಗಳು ಮತ್ತು ಸೂಕ್ತ ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಕರ ನೀತಿಯು ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಯಾಗಬಲ್ಲದು.
೨. ಮೇಲ್ಭಾವಣಿ ಆಧಾರಿತ ಎಸ್‌ಪಿವಿಯು ಗ್ರಾಮೀಣ ಹಾಗೂ ನಗರ ಕುಟುಂಬಗಳ ವಿದ್ಯುತ್ ಬೇಡಿಕೆ ಪೂರೈಸಲು ಸಹಕಾರಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಗ್ರಾಮೀಣ ಕುಟುಂಬವೊಂದಕ್ಕೆ ಮಾಸಿಕ ಸುಮಾರು ೭೦-೧೦೦ ಕಿ.ವ್ಯಾ.ಘಂ. ಅವಶ್ಯವಿದೆ ಮತ್ತು ಇದನ್ನು ಪೂರೈಸಲು ೫-೬ ಚ.ಮೀ. ಮೇಲ್ಭಾವಣಿ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ ಸಾಕಾಗುತ್ತದೆ (೧೧=೧೦%, ಬಿಸಿಲೂಡಿಕೆಯು ೫ ಕಿ.ವ್ಯಾ.ಘಂ./ಚ.ಮೀ./ದಿನ ಇದ್ದಲ್ಲಿ) ಮತ್ತು ಕರ್ನಾಟಕದ ಗ್ರಾಮೀಣ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಸರಾಸರಿ ಮೇಲ್ಭಾವಣಿ ವಿಸ್ತೀರ್ಣವು ೧೧೦ ಚ.ಮೀ ಇದ್ದು ನಗರ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ೧೧೫ ಚ.ಮೀ. ಇದೆ.
೩. ಕರ್ನಾಟಕದ ಒಟ್ಟಾರೆ ಭೌಗೋಳಿಕ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದಲ್ಲಿ ಶೇ. ೭ರಷ್ಟು ನಿರುಪಯುಕ್ತ ಭೂಮಿ ಲಭ್ಯತೆಯಿದ್ದು, ಇದರ ಶೇ. ೧ರಷ್ಟು ವಿಸ್ತೀರ್ಣದಲ್ಲಿ ಎಸ್‌ಪಿವಿ ಅಳವಡಿಕೆ ಮೂಲಕ ನೀರಾವರಿ ಮತ್ತು ಗೃಹಬಳಕೆಗೆ ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದಿಸಬಹುದು.
೪. ಅನುಪಯುಕ್ತ/ ಬರಡು ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ಎಸ್‌ಪಿವಿ ಅಳವಡಿಕೆಯು ವಿಕೇಂದ್ರೀಕೃತ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಉತ್ಪಾದನೆಗೆ ಸಹಕಾರಿಯಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಆ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಮೇವಿಗಾಗಿ ಹುಲ್ಲುಗಾರಿಕೆ, ಪಶುಸಂಗೋಪನೆಯಂತಹ ಬಹುಪಯೋಗಿ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳನ್ನು ಸಾಧ್ಯಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ. ಭಾರತದಲ್ಲಿನೂ ಸುಮಾರು ೪೫ ದಶಲಕ್ಷ ಕುಟುಂಬಗಳಿಗೆ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಪೂರೈಕೆಯಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಇವುಗಳ ಮೇಲ್ಭಾವಣಿಗಳಲ್ಲಿ ಎಸ್‌ಪಿವಿ ಅಳವಡಿಸಿ ಅವಶ್ಯವಿರುವ ವಿದ್ಯುತ್‌ನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಬಹುದು; ಹಾಗೂ ಇದು ಗ್ರಾಮೀಣ ವಿದ್ಯುದ್ದೀಕರಣಕ್ಕೆ ಕ್ರಾಂತಿಕಾರಿ ವಿಧಾನವಾಗಿದೆ.
೫. ಕುಟುಂಬವೊಂದರ ಮಾಸಿಕ ವಿದ್ಯುತ್ ಬಳಕೆಯು ೫೦ ರಿಂದ ೧೦೦ ಕಿ.ವ್ಯಾ.ಘಂ. ಇರುವ, ಹೆಚ್ಚು ಜನಸಂಖ್ಯೆ ಹೊಂದಿರುವ ಭಾರತದಂತಹ ದೇಶಕ್ಕೆ ಮೇಲ್ಭಾವಣಿ ಎಸ್‌ಪಿವಿ ಅಳವಡಿಕೆಯು ಅತ್ಯಂತ ಸುಲಭವಾಗಿ ಅಳವಡಿಸಬಹುದಾದ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನವಾಗಿದೆ. ಕೇಂದ್ರೀಕೃತ ಉತ್ಪಾದನೆಯ ಬದಲು ಮೇಲ್ಭಾವಣಿ ಎಸ್‌ಪಿವಿ ಆಧಾರಿತ ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದನೆಗಾಗಿ ಆರಂಭಿಕ ಅಳವಡಿಕೆಗೆ ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಧನ, ಆರ್ಥಿಕ ಸಹಾಯ ಮತ್ತು ತೆರಿಗೆ ವಿನಾಯಿತಿಗಳ ಮೂಲಕ ಬೆಂಬಲ ನೀಡುವುದು.

ವಿದ್ಯುತ್ ಸಂಪರ್ಕ-ರಹಿತ ಹಳ್ಳಿಗಳ ಕುಟುಂಬಗಳಿಗೆ ವಿದ್ಯುತ್ ಪೂರೈಸಲು ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರಸರಣ ಮತ್ತು ವಿತರಣೆ (ಟಿ & ಡಿ) ನಷ್ಟವಲ್ಲದೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಬಂಡವಾಳ ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಅಧ್ಯಯನ ತಿಳಿಸುವಂತೆ ಕರ್ನಾಟಕದಲ್ಲಿ ಶೇ. ೧೯.೫ ರಷ್ಟು ಟಿ & ಡಿ ನಷ್ಟವಿದ್ದು, ೭,೨೧೦ ಗಿ.ವ್ಯಾ.ಘಂ. ವಿದ್ಯುತ್ (೨೦೧೦-೧೧ ರಲ್ಲಿ ವಾರ್ಷಿಕ ಬೇಡಿಕೆ ೩೬,೯೭೫ ಗಿ.ವ್ಯಾ.ಘಂ.) ಪೋಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಇದರಿಂದ ರೂ. ೧,೫೧೪ (ರೂ. ೨.೧೦/ಕಿ.ವ್ಯಾ.ಘಂ. ದರದಲ್ಲಿ) ಕೋಟಿಗಳಿಂದ ರೂ. ೫,೦೪೭ ಕೋಟಿಯಷ್ಟು (ರೂ. ೭/ ಕಿ.ವ್ಯಾ.ಘಂ. ದರದಲ್ಲಿ) ವಿದ್ಯುತ್ ವೆಚ್ಚ ನಷ್ಟವಾಗುತ್ತಿದೆ. (ಇದು ಆಯಾಯ ರಾಜ್ಯದ ದರವನ್ನವಲಂಬಿಸಿದೆ).

ಎಸ್‌ಪಿವಿ ಆಧಾರಿತ ವಿಕೇಂದ್ರೀಕೃತ ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದನೆಯು ಟಿ & ಡಿ ನಷ್ಟ ಇಲ್ಲದಂತೆ ಮಾಡುವುದಲ್ಲದೆ ಆಯಾಯ ಕುಟುಂಬದ ವಿದ್ಯುತ್ ಬೇಡಿಕೆಯನ್ನು ಪೂರೈಸಲು ಸಹಕಾರಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಉತ್ಪಾದನೆ ಆಧಾರಿತ ಪ್ರೋತ್ಸಾಹ ನೀತಿಯು (ಜಿಬಿಐ) ವಿಕೇಂದ್ರೀಕೃತ ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದನೆಯನ್ನು ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಿಸಿ ಪ್ರಾದೇಶಿಕ ಆರ್ಥಿಕತೆಯನ್ನು ಉತ್ತೇಜಿಸುತ್ತದೆ. ದಕ್ಷತೆ ಮತ್ತು ವಿಶ್ವಾಸಾರ್ಹತೆಯಿಲ್ಲದ ಕೇಂದ್ರೀಕೃತ ವಿದ್ಯುತ್ ಪೂರೈಕೆಯ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರಸಕ್ತ ಟಿ & ಡಿ ನಷ್ಟದ ಮಟ್ಟವನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸಿದಾಗ ವಿಕೇಂದ್ರೀಕೃತ ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದನೆಯನ್ನು ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಿಸುವುದು ಅತ್ಯವಶ್ಯ. ಸಣ್ಣ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯು ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ, ಮಿತವ್ಯಯಿ, ಎಲ್ಲಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಸ್ಥಳೀಯ ವಿದ್ಯುತ್ ಬೇಡಿಕೆಯನ್ನು ಪೂರೈಸುತ್ತದೆ.

**ಈ ನಿಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಕರ ಕ್ರಮಗಳೆಂದರೆ:**

- ಮೊದಲ ಐದು ವರ್ಷಗಳಿಗೆ ಯೂನಿಟ್‌ವೊಂದಕ್ಕೆ ರೂ. ೪ (ಮಿನಿ ಜಲ ವಿದ್ಯುತ್ ಯೋಜನೆಗಳಿಗೆ ನೀಡುವ ಸಹಾಯಧನ ರೂ. ೩.೫೦ ರಂತೆ ವಿದ್ಯುತ್ ಖರೀದಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿದರೆ) ಮತ್ತು ಮೇಲ್ಭಾವಣಿ ಎಸ್‌ಪಿವಿ ಯಿಂದ ಉತ್ಪಾದಿಸುವ ವಿದ್ಯುತ್‌ಗೆ ಮುಂದಿನ ಎರಡು ವರ್ಷಗಳಿಗೆ ರೂ. ೩.೫೦ ಸಹಾಯಧನ ನೀಡುವುದು.
- ಗೃಹೋಪಯೋಗಿ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಸಣ್ಣ ಗ್ರಿಡ್‌ಗಳಿಂದ ಉತ್ಪಾದಿಸುವ ವಿದ್ಯುತ್ ವಾಪಸ್ ಖರೀದಿಸುವ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮಗಳಿಗೆ ಮತ್ತು ಎಸ್‌ಪಿವಿಯಿಂದ ಗ್ರಿಡ್‌ಗೆ ಪೂರೈಕೆಯಾಗುವ ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದನೆಗೆ (೫ ಕಿ.ವ್ಯಾ. ಗಿಂತ ಕಡಿಮೆಯಿರುವ) ಪ್ರತಿ-ಪೂರೈಕೆ ದರ ರೂ. ೫/ ಯೂನಿಟ್ ನೀಡುವುದು.
- ಕರ್ನಾಟಕ ಸರ್ಕಾರ ಅಥವಾ ಜಿಎನ್‌ಎನ್‌ಎಸ್‌ಎಮ್ (ಜವಹರ್ ಲಾಲ್ ನೆಹರೂ ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಸೌರ ಮಿಷನ್, ಭಾರತ ಸರ್ಕಾರದ JNNSM), ಮುಖ್ಯಮಂತ್ರಿಗಳ ಸೌರ ಆಧಾರಿತ ಹಸಿರು ಮನೆ ಯೋಜನೆ (ಸಿಎಂಎಸ್‌ಪಿಜಿಹೆಚ್‌ಎಸ್, CMSPGHS) ಅಡಿಯಲ್ಲಿ ಉಚಿತ ಸೌರ ದೀಪ (ಎಲ್‌ಇಡಿ ದೀಪಗಳೊಂದಿಗೆ) ನೀಡುವುದು.
- ಸ್ಥಳೀಯ ಸಂಸ್ಥೆಗಳಲ್ಲಿ, ಎಲ್ಲ ಬೀದಿ ದೀಪಗಳು ಮತ್ತು ನೀರು ಪೂರೈಕೆ ಅಳವಡಿಕೆಗಳನ್ನು ಹಂತ ಹಂತವಾಗಿ ಸೌರ ವಿದ್ಯುತ್ (ಅಥವಾ ಹೈಬ್ರಿಡ್ ವಿಧಾನ) ನಿಂದ ವಿದ್ಯುದ್ದೀಕರಣಗೊಳಿಸಬಹುದು.
- ಎಲ್ಲ ಹೊಸ ಸರ್ಕಾರಿ/ಸ್ಥಳೀಯ ಸಂಸ್ಥೆಗಳ ಕಟ್ಟಡಗಳಲ್ಲಿ ಸೌರ ವಿದ್ಯುತ್‌ನ್ನು ಮೇಲ್ಭಾವಣಿಯಲ್ಲಿ ಅಳವಡಿಸುವುದು - ಪ್ರಸ್ತುತವಿರುವ ಸರ್ಕಾರಿ/ಸ್ಥಳೀಯ ಸಂಸ್ಥೆಗಳ ಕಟ್ಟಡ, ಇತ್ಯಾದಿಗಳಲ್ಲಿ ಸೌರ ವಿದ್ಯುತ್‌ನ್ನು ಮೇಲ್ಭಾವಣಿಯಲ್ಲಿ ಹಂತ ಹಂತವಾಗಿ ಅಳವಡಿಸುವುದು
- ಸ್ವಂತ-ಬಳಕೆಗಾಗಿ/ಸಾರ್ವಜನಿಕ ಬಳಕೆಗಾಗಿ ಮಾರಾಟ ಮಾಡುವಂಥ ಸೌರ ವಿದ್ಯುತ್ ಯೋಜನೆಗಳಿಂದ ಉತ್ಪಾದನೆಯಾಗುವ ವಿದ್ಯುತ್ ಮೇಲೆ ಶೇ. ೧೦ ರಷ್ಟು ವಿದ್ಯುತ್ ತೆರಿಗೆ ವಿನಾಯಿತಿಯನ್ನು ಕನಿಷ್ಠ ೧೦ ವರ್ಷಗಳ ಕಾಲ ನೀಡುವುದು.
- ಗುಣಮಟ್ಟದ ಅಳವಡಿಕೆಗಾಗಿ ಮಾನವನ್ನು ನಿಗದಿಪಡಿಸುವುದು.

೬. ಜಾಹೀರಾತು ಫಲಕಗಳಲ್ಲಿ, ವಾಣಿಜ್ಯ ಬಳಕೆಗೆ ಬಳಸುವ ದೀಪವನ್ನು ಎಸ್‌ಪಿವಿ ಪ್ಯಾನೆಲ್‌ಗಳಿಂದ ಮಾತ್ರವೇ ಉಪಯೋಗಿಸುವುದು. ಇಂತಹ ಬಳಕೆಗೆ ಗ್ರಿಡ್ ವಿದ್ಯುತ್ ಬಳಸುವುದನ್ನು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ನಿಷೇಧಿಸುವುದು.
೭. ಗ್ರಿಡ್ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನಗಳು, ಎರಡು ಪಥ ಸಂವಹನ ವಿದ್ಯುತ್ ಮೀಟರ್‌ಗಳು (Two-way communication meters, ಪ್ರಸ್ತುತವಿರುವ ಗ್ರಿಡ್‌ಗೆ ಮೇಲ್ಭಾವಣಿ ಸೌರ ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದನೆಯನ್ನು ಸಂಪರ್ಕಿಸಲು), ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ಪ್ರಕಾಶದೀಪಗಳ ಉತ್ಪಾದನೆ, ಕಡಿಮೆ ವೆಚ್ಚದ ತಂತಿ ಅಳವಡಿಕೆ (ವೈರಿಂಗ್), ರಕ್ಷಕ ಸಾಮಗ್ರಿಗಳು (ಸ್ಪಿಚ್‌ಗೇರ್‌ಗಳು), ಇತರೆ ವಿದ್ಯುತ್ ಉಪಕರಣಗಳಲ್ಲಿ ಮತ್ತಷ್ಟು ಅಭಿವೃದ್ಧಿ ಸಾಧಿಸಲು ಸಂಶೋಧನೆ ಮತ್ತು ಅಭಿವೃದ್ಧಿ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಿಗೆ ನಿರಂತರ ಅವಶ್ಯ ಅನುದಾನ ಒದಗಿಸುವ ಮೂಲಕ ಪರ್ಯಾಯ ಶಕ್ತಿ ಮೂಲ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುತ್ ಸಂಶೋಧನೆಗೆ ಒತ್ತು ನೀಡುವುದು.
೮. ಎಲ್ಲ ಹಂತಗಳಲ್ಲಿ ನವೀಕರಿಸಬಹುದಾದ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನಗಳನ್ನು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಆಧರಿಸಿದ, ಬಳಕೆ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ದಕ್ಷತೆ ಅಭಿವೃದ್ಧಿ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುತ್ ಸಂರಕ್ಷಣೆ ಕುರಿತು ಶಿಕ್ಷಣ. ಶಾಲಾ ಪಠ್ಯಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ನವೀಕರಿಸಬಹುದಾದ ಇಂಧನ ಮೂಲಗಳ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ಅಳವಡಿಸುವುದು.
೯. ಇಂಧನ ಸ್ವತಂತ್ರತೆ ಮತ್ತು ಪ್ರಸಕ್ತ ಬಿಕ್ಕಟ್ಟುಗೊಂಡಿರುವ ವಿದ್ಯುತ್ ಚಿತ್ರಣದಲ್ಲಿ ನವೀಕರಿಸಬಹುದಾದ ಇಂಧನ ಮೂಲಗಳ ಅವಶ್ಯಕತೆಗಳ ಕುರಿತು ಬಳಕೆದಾರರಲ್ಲಿ ಜಾಗೃತಿ ಮೂಡಿಸುವುದು.
೧೦. ನವೀಕರಿಸಬಹುದಾದ ಇಂಧನ ಮೂಲಗಳ ಬಳಕೆಗಳು ಮತ್ತು ಪ್ರಾಮುಖ್ಯತೆ ಕುರಿತು ಬಳಕೆದಾರರಲ್ಲಿ ಜಾಗೃತಿ ಹಾಗೂ ಶಿಕ್ಷಣ ನೀಡುವುದು.
೧೧. ಎಸ್‌ಪಿವಿ ಪ್ಯಾನೆಲ್‌ಗಳ ಅಳವಡಿಕೆ ಮತ್ತು ರಿಪೇರಿ ಸೇವೆಗಳನ್ನು ತಾಂತ್ರಿಕ ಶಿಕ್ಷಣದ ಮೂಲಕ ನೀಡಲು ಯುವಜನತೆಗೆ ತರಬೇತಿ ನೀಡುವುದು.

೧೨. ನವೀಕರಿಸಬಹುದಾದ ಇಂಧನ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನಗಳ ಮೇಲೆ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ತರಬೇತಿ ಒಳಗೊಂಡ ಪಾಲಿ ಟೆಕ್ನಿಕ್/ಡಿಪ್ಲೋಮಾ/ಐಟಿಐ (Technical Education) ಕೋರ್ಸುಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿ ತಾಲ್ಲೂಕಿನಲ್ಲಿ ಆರಂಭಿಸುವುದು.
೧೩. ನವೀಕರಿಸಬಹುದಾದ ಇಂಧನ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನಗಳಿಗೆ (ಸೌರ, ಜೈವಿಕ, ಇಂಧನ ದಕ್ಷತೆಯುಳ್ಳ ಒಲೆಗಳು, ಇತ್ಯಾದಿ) ಸೇವಾ ಸೌಲಭ್ಯ ನೀಡುವ ಅವಶ್ಯಕತೆಗಳನ್ನು ಪೂರೈಸಲು ಬ್ಲಾಕ್ ಅಭಿವೃದ್ಧಿ ಕಛೇರಿಗಳಲ್ಲಿ ಗ್ರಾಹಕ ಸೇವಾ ಕೇಂದ್ರಗಳನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸುವುದು.
೧೪. ಬಳಕೆದಾರರನ್ನು ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಿಸಲು ಎಫ್‌ಐಟಿ (ಪ್ರತಿ-ಪೂರೈಕೆ ದರ) ರಚನೆ ಮತ್ತು ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಧನಗಳನ್ನು ಕಾಲಕಾಲಕ್ಕೆ ಪರಿಷ್ಕರಿಸುವುದು.
೧೫. ಎಲ್ಲ ವೃತ್ತಿಯ ಆರಂಭಿಕ ಹಂತಗಳಲ್ಲಿ ಅಧಿಕಾರಿಗಳು ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುತ್ ವೃತ್ತಿಪರರಿಗೆ ಕಡ್ಡಾಯವಾಗಿ ಒಂದು ವಾರದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ತುಂಬುವ/ ತರಬೇತಿ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮಗಳ ಅವಶ್ಯಕತೆಯಿದೆ. ಏಕೆಂದರೆ ಭಾರತದಲ್ಲಿ ನವೀಕರಿಸಬಹುದಾದ ಇಂಧನ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನಗಳನ್ನು ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ಪಸರಿಸಲು ಅಧಿಕಾರಿಗಳಲ್ಲಿ ಜಾಗೃತಿ/ಜ್ಞಾನದ ಕೊರತೆಯೇ ಪ್ರಧಾನ ತೊಡಕಾಗಿದೆ.

## ೮. ಉಪ ಸಂಹಾರ

ಎಸ್‌ಪಿವಿ ಮತ್ತು ಉಷ್ಣ ವಿದ್ಯುತ್ ಪರಿವರ್ತನೆ ಮೂಲಕ ವಿಕೇಂದ್ರೀಕೃತ ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದನೆಗಾಗಿ ಸೌರ ಶಕ್ತಿಯು ಅತ್ಯಂತ ವಿಪುಲವಾಗಿ ದೊರೆಯುವ ನವೀಕರಿಸಬಹುದಾದ ಇಂಧನದ ಆಕರವಾಗಿದೆ. ಸೌರ ವಿದ್ಯುತ್ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಮತ್ತು ವಿನ್ಯಾಸವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಾಚಾರ ಹಾಕಲು ಭೌಗೋಳಿಕ ಮಾಹಿತಿ ವ್ಯವಸ್ಥೆ (ಜಿಐಎಸ್) ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಬಿಸಿಲೂಡಿಕೆ ದತ್ತಾಂಶವನ್ನು ಸ್ಥಳವಿಸ್ತಾರವಾಗಿ ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಲಾಗಿದೆ. ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಅಳತೆಯೊಂದಿಗಿನ ಹೋಲಿಕೆಯು ಉತ್ತಮ ನಿಖರತೆಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಸೌರ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯನ್ನು ಬಿಸಿಲೂಡಿಕೆ, ಮೇಲ್ವಾವಣಿ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದ ಲಭ್ಯತೆ ಆಧರಿಸಿ ಮಾಡಲಾಗಿದ್ದು, ಲಭ್ಯವಿರುವ ಮೇಲ್ವಾವಣಿ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದ ಶೇ. ೫ ರಿಂದ ೭ ರಷ್ಟರಲ್ಲಿ, ವಿಕೇಂದ್ರೀಕೃತ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಗೃಹಬಳಕೆಯ ವಿದ್ಯುತ್ ಬೇಡಿಕೆಯನ್ನು ಸಮರ್ಥವಾಗಿ ಪೂರೈಸಲು ಸಾಧ್ಯವೆಂಬುದನ್ನು ಸಾಬೀತುಪಡಿಸುತ್ತದೆ. ರಾಜ್ಯದ ಬರಡು/ಅನುಪಯುಕ್ತ ಭೂಮಿಗಳ ಒಂದಂಶ (ಶೇ. ೧ ರಿಂದ ೩) ಭಾಗವನ್ನು ಸಣ್ಣ-ಗ್ರಿಡ್ ವಿನ್ಯಾಸದೊಂದಿಗೆ ಎಸ್‌ಪಿವಿ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಬಳಸಿಕೊಂಡು ನೀರಾವರಿ ಪಂಪ್‌ಸೆಟ್‌ಗಳ ವಿದ್ಯುತ್ ಬೇಡಿಕೆಯನ್ನು ಪೂರೈಸಲು ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ನವೀಕರಿಸಬಹುದಾದ ಇಂಧನ ಮೂಲಗಳಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದಿಸಲು ಪ್ರೋತ್ಸಾಹ ನೀಡುವುದರಿಂದ ಭವಿಷ್ಯದಲ್ಲಿ ದೊಡ್ಡ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಅಳವಡಿಕೆಗಳು ಉತ್ತೇಜನಗೊಂಡು ವಿಕೇಂದ್ರೀಕೃತ ಉತ್ಪಾದನೆಯೆಡೆಗೆ ಕೊಂಡೊಯ್ಯಲಿದ್ದು ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ವಿದ್ಯುತ್ ಘಟಕಗಳ ಮೇಲಿನ ಅವಲಂಬನೆಯನ್ನು ಕಡಿಮೆಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ. ವಿಕೇಂದ್ರೀಕೃತ ಸೌರವಿದ್ಯುತ್ ಘಟಕಗಳನ್ನು ನಗರ ಮತ್ತು ಗ್ರಾಮೀಣ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾಪಿಸುವುದರಿಂದ ಸ್ಥಳೀಯ ಕೈಗಾರಿಕೆರಣವನ್ನು ಉತ್ತೇಜಿಸಲಿದ್ದು, ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿರುವ ಯುವಜನತೆಗೆ ಉದ್ಯೋಗ ಸೃಷ್ಟಿಸುವುದಲ್ಲದೆ ಆ ಪ್ರದೇಶದ ಸರ್ವತೋಮುಖ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಗೆ ಪೂರಕವಾಗುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ವಿವೇಕಯುತ ಯೋಜನೆಯು ಮಹಾತ್ಮ ಗಾಂಧೀಜಿಯವರ 'ಗ್ರಾಮ ಸ್ವರಾಜ್ಯ' ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ನನಸು ಮಾಡುವುದಲ್ಲದೆ, ದೇಶದಲ್ಲಿ ವಿಪುಲವಾಗಿ ಲಭ್ಯವಿರುವ ಯುವಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಸೌರಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಪ್ರದೇಶವನ್ನು ಅಭಿವೃದ್ಧಿ ಪಥಕ್ಕೆ ಕೊಂಡೊಯ್ಯುತ್ತದೆ.

## ಕೃತಜ್ಞತೆಗಳು

ನಾವು ಭಾರತ ಸರ್ಕಾರದ ವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಸಚಿವಾಲಯದ ಎನ್‌ಆರ್‌ಡಿಎಮ್‌ಎಸ್ ವಿಭಾಗ; ಭಾರತ ಸರ್ಕಾರದ ಪರಿಸರ ಮತ್ತು ಅರಣ್ಯ ಸಚಿವಾಲಯ; ಕರ್ನಾಟಕ ಸರ್ಕಾರದ ಕರ್ನಾಟಕ ಜೀವವೈವಿಧ್ಯ ಮಂಡಳಿ; ಕರ್ನಾಟಕ ಸರ್ಕಾರದ ಪಶ್ಚಿಮಘಟ್ಟಗಳ ಕಾರ್ಯಪಡೆ; ಭಾರತೀಯ ವಿಜ್ಞಾನ ಮಂದಿರ - ಸಂಸ್ಥೆಗಳ ಮೂಲಭೂತ ಸೌಕರ್ಯ ನೆರವು ಮತ್ತು ಇಂಧನ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಉತ್ತೇಜನಕ್ಕೆ ಋಣಿಯಾಗಿದ್ದೇವೆ.

# SOLAR ENERGY – THE SUSTAINABLE ENERGY OPTION IN KARNATAKA

Ramachandra T.V<sup>1,2,3\*</sup>, Ganesh Hegde<sup>1,2</sup> and Rishab Jain<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Energy & Wetlands Research Group, Center for Ecological Sciences [CES]*

<sup>2</sup> *Centre for Sustainable Technologies (astra)*

<sup>3</sup> *Centre for infrastructure, Sustainable Transportation and Urban Planning [CiSTUP]*

*Indian Institute of Science, Bangalore, Karnataka, 560 012, India*

*Web URL: <http://ces.iisc.ernet.in/energy>; <http://ces.iisc.ernet.in/foss>*

Email: [cestvr@ces.iisc.ernet.in](mailto:cestvr@ces.iisc.ernet.in)  
Phone No: 080-22933099/22933503 extn 107  
Web URL: <http://ces.iisc.ernet.in/energy>

---

## ABSTRACT

Solar energy incident on the earth's surface primarily depends on parameters like geographic location, earth-sun movements, tilt of the earth's rotational axis and atmospheric attenuation due to suspended particles. The intensity of solar energy insolation quantifies the solar resource potential or availability of a region. A techno-economic analysis of the solar power technologies and a prospective utilization of wasteland in each taluk demonstrate the immense power generation potential with the prospects of greenhouse gases (GHG) emission reduction. Karnataka has a very good solar potential which gets an average insolation more than 5 kWh/m<sup>2</sup>/day, having about 300-330 clear sunny days. The study deals with the prospects and opportunities to harvest nature's bountiful solar potential to meet the decentralized energy demand by all regions and activities.

Land required for electric power generation (direct or indirect usage) is a major concern due to the associated ecological and environmental concerns such as deforestation, population displacement, pollution of air, water and land environment. Considering the scope of harvesting solar energy at each household's roof tops, would minimize the demand for land. Approximate area required to install 1 kW SPV panels is about 100 m<sup>2</sup>. Rooftop area required through SPV to meet the monthly household demand of 50-100 units (kWh), would be a fraction of 100 m<sup>2</sup> (5-6%) as area required is directly proportional to the installed capacity or demand. Similarly, to meet the irrigation energy demand in rural area, the assessment shows that 1 to 3% of current wasteland is sufficient.

Analysis the techno-economic aspects of different solar technologies (thermal and photovoltaic) with the current scenario and future challenges have the equal importance in this context. Solar



thermal systems and photovoltaic systems are two fundamentally different concepts of solar energy conversion. Solar thermal system concentrates heat energy in solar radiations and transfers that energy to a carrying medium (liquid or gas). Solar photovoltaic directly converts solar radiations into direct current (DC) using photoelectric effect. It uses semiconductor device (silicon) which is called as PV cell. Techno-economic analysis shows the energy harvesting from solar radiations in large scale is feasible considering the other power technologies.

Karnataka is the pioneer in Renewable Energy (RE) based power generation. Though 25% of the energy come from RE sources, majority of the RE potential are still not exploited which include rooftop PV technology and PV installation in waste/barren lands. Currently state is facing electricity deficiency problem where the supply –demand gap is becoming wider. Hence it is recommended that rather than installing capacity fossil fuel based plants, RE based decentralized electric energy generation is effective and reliable.

Karnataka receives an average insolation of 5.55 kWh/m<sup>2</sup>/day annually. Insolation varies from 4.5 to 7 kWh/m<sup>2</sup>/day throughout the year. All districts of the state receive average insolation of 5.5 to 6.5 kWh/m<sup>2</sup>/day annually except Kodagu (5-5.5 kWh/m<sup>2</sup>/day). This highlights that solar energy based electricity generation would help in meeting the growing energy demand.

The government support and encouragement for decentralized rooftop generation would significantly contribute to meet the present and future electricity demand of the state. A generation based incentive (GBI) would encourage decentralized electricity generation at individual rooftops. Some of the other initiatives to be taken are 1) solar public and road lighting, 2) RE based generation in government organizations and infrastructure, 3) implementation of solar rooftop generation in existing govt. building and financial encourage for the same. Switching over to RE technologies would also help in bringing down GHG emission and pressure on dwindling stock of fossil fuels.

**KEYWORDS:** Insolation, land use, wasteland, thermal and photovoltaic, photoelectric effect, semiconductor device.

## 1. INTRODUCTION

Sun is the largest and everlasting energy source. Human civilization is harvesting energy from solar radiations from time immemorial. India being in favorable location in the solar belt (40° S to 40° N) and more than 300 clear sunny days in a year receives plenty of solar energy, which plays an important role in food production (from photosynthesis) and sustains the economic growth of a region [1]. Energy from the sun is received in the form of electromagnetic radiations. About 99% of the solar energy received is in the wavelength band of 0.15-4 μm and about 40% of the radiation received is visible radiation ranges from 0.4 to 0.7 μm [2]. Solar radiations are broadly classified as direct solar radiations, diffused solar radiation and global solar radiation. Depending on the type of incidence direct solar radiation is divided into two types. Radiation received on unit area which is held normal to the solar beam at the earth's surface in unit time is

the direct solar radiation at normal incidence ( $I_N$ ). Direct solar radiation on a horizontal surface is the radiation passing through a horizontal surface in a unit time ( $I_H$ ). This is also called the vertical component of the direct solar radiation. Diffuse solar radiation is the radiation scattered due to suspended particles and cloud ( $D$ ). Global solar radiation ( $G$ ) includes both direct and diffused solar radiations. It is the total quantity of solar radiation received on unit horizontal surface area on the earth's surface in a unit time [3, 4, 7]. The relation between  $G$ ,  $D$ ,  $I_N$  and  $I_H$  is

$$I_H = (G - D) \quad \text{and} \quad I_N = \frac{(G - D)}{\sin h} \quad (1)$$

where 'h' is the angle of elevation of the sun.

Solar energy also referred as insolation, incident on the earth's surface, primarily depends on parameters like geographic location, earth-sun movements, tilt of the earth's rotational axis and atmospheric attenuation due to suspended particles [4]. Solar technologies such as Solar Photovoltaic (SPV) and Concentrated Solar Power (CSP) systems utilize solar radiation wavelengths between 0.29-5.5 $\mu$ m as major part of the spectrum gets attenuated in other wavelengths due to either absorption or scattering in the atmosphere. Factors affecting the solar insolation are the solar elevation (at noon), atmospheric particles, duration of the day, and the total amount of water vapor in the air and the type and amount of the cloud. Installation of SPV arrays or CSP systems requires land area and the availability of land in a region is one of the important factors in solar based energy plants [5].

## 2. SOLAR ENERGY: NEED AND OPPORTUNITIES

India has the second highest population (1.24 billion) in the world. The industrialization, urbanisation and consequent activities have increased the energy demand. Electricity meets a major portion of this energy demand and is notably related to the socio-economic progress of the country. The energy from conventional sources accounts to 87.89%. The Compound Annual Growth Rate (CAGR) of power generation in India since 2005 is 5.2% while there was a peak shortage of 12.7% (over 15 GW) and average Transmission and Distribution (T&D) loss of 27.2% recorded during 2009-2010. The total installed generating capacity in the country has increased by 255% from 58,012 MW (1989) to 2,06,456 MW (2011) [6]. Coal is dominant (56.81%) among conventional energy sources. The Integrated Energy Policy (IEPR 2006) in India has envisaged more than 8,00,000 MW (Megawatts) by 2032 which is 5 times the existing power generation capacity. Considering the growing environmental problems coupled with the diminishing stock of fossil fuels, the focus has now shifted to the renewable sources of energy, which as on today accounts to only 12.11%. Globally India ranks fifth in harvesting renewable energy with 15,691.4 MW grid-connected plants and 367.9 MW off-grid plants [7].

Per capita electricity consumption has gone up by 170 %, from 283 (1992-93) to 765 (2010-11) kWh. The energy/GDP in India is 10-20 times higher than that of the industrialized countries like USA, Japan, etc.), indicating scope for improvement of the efficiencies in energy consumptions.

In order to have more disposable energy, plausible approach hence would be to increase the end-use efficiency or to minimize the loss and meeting the energy demand through the renewable sources.

A drastic growth in the power sector during post-independence is unable to meet every one's energy demand evident from about 74 million households still not having access to electricity and nearly 32,800 un-electrified villages in the country [8]. This necessitates a decentralized, low-carbon, reliable, efficient and renewable options for energy generation. Key features of RE based generation are;

- Decentralized generation, reducing T&D losses;
- Easier voltage management at substation levels and minimized voltage fluctuations;
- Easier maintenance and reduced pilferages;
- Possibility of remote location electrification [9];
- Scope for decentralized development at local levels with job opportunities due to the assured energy supply and availability of natural resources [10];
- Lowered carbon emissions and scope for availing the benefits under clean development mechanism (CDM) as per Kyoto Protocol;
- Energy independence due to the reduced dependency of fossil fuels and imports.

In this perspective, power sector regulators, central policy makers with state authorities have taken many initiatives to encourage RE generation and usage in the country. Some of the prominent initiatives are discussed below.

**2.1. Renewable Purchase Obligation (RPO):** RPO is an agreement between Regulatory authorities and the consumers or power supplying utilities. According to this agreement Load Serving Entities (LSE), Open Access customers and Captive Power Plants (CPP) are required to purchase a fixed fraction of annual energy purchase from RE based power plants or they are required to generate that energy by their own. The RPO target is fixed for the energy purchase and not on the total installed capacity [11]. Table 1 gives the state wise RPO (Renewable Purchase Obligation for solar energy in % of total energy purchase) in India.

Table 1: State wise RPO in India (% of total energy purchase)

State	Order dated	2010-11	2011-12	2012-13	2013-14	2014-15	2015-16	2016-17	2017-18	2018-19	2019-20	2020-21	2021-22
Andhra Pradesh	Final- 26 <sup>th</sup> July, 2010	0.25	0.25	0.25	0.25								
Assam	Draft- 21 <sup>th</sup> June, 2010	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25							
Bihar	Final-16 <sup>th</sup> November, 2010	0.25	0.5	0.75	0.1	1.25							

Chhattisgarh	Draft – 9 <sup>th</sup> November 2010	0.25	0.25	0.25									
Gujarat	Final- 17 April, 2010	0.25	0.5	1									
Haryana	Final- November, 2010	0.25	0.5	0.75	1	1.25	1.5	1.75	2	2.25	2.5	2.75	3
Himachal Pradesh	Final-12 <sup>th</sup> March,2010	0.1	0.1	0.1									
Jharkhand	Final- 31 <sup>st</sup> March,2010	0.25	0.5	1									
Karnataka	Final-16 <sup>th</sup> March,2011	0.25											
Kerala	Final- 23 <sup>rd</sup> November, 2010	0.25											
Madhya Pradesh	Final-19 <sup>th</sup> November,2010		0.4	0.6	0.8	1	0.5						
Maharashtra	Final- 7 <sup>th</sup> June, 2010	0.25	0.25	0.25	0.5	0.5							
Manipur (JERC)	Final- 5 <sup>th</sup> May, 2010	0.25	0.25	0.25									
Meghalaya	Final- 21 <sup>st</sup> December, 2010	0.2	0.3	0.4									
Mizoram (JERC)	Final- 5 <sup>th</sup> May, 2010	0.25	0.25	0.25									
Nagaland	Final- 20 <sup>th</sup> October, 2010	0.25	0.25	0.25									
Orissa	Final- 16 <sup>th</sup> March, 2010	0.5	0.75	1	1.25								
Rajasthan	Final- 31 <sup>st</sup> January, 2011	100 MW (PPA*)	0.5	0.75	1								
Tamil Nadu	Draft- 19 <sup>th</sup> May, 2011	0.15	0.25	0.25									
Tripura	Draft- 9 <sup>th</sup> November, 2009	0.1	0.1	0.1									
Uttar Pradesh	Final- 17 <sup>th</sup> August, 2010	0.25	0.5	1									
Uttarakhand	Final- 6 <sup>th</sup> July, 2010	0	0.03	0.05									
WB (total RE)	Final- 10 <sup>th</sup> August, 2010	2	3	4	5	6	7	8	9	10			

(Source: Analysis of state-wise RPO Regulation across India, MNRE. <mnre.gov.in/file.../Solar%20RPO/analysis-of-state-RPO-regulations.pdf >)

\* Power Purchase Agreement

**2.2. Renewable Energy Certificate (REC) mechanism:** REC mechanism provides a choice to the customer or utility so that RE generated can be sold at pre decided tariffs. This will help to utilize locally available RE source potential to generate energy and also enables energy trading option.

REC is a market based aspect which helps customers and utilities to meet their obligations. It is not related to carbon credits but traded through auction in power exchanges. REC price is determined once a month and quantified considering at least one MWh of electricity injected into the grid from renewable energy sources [12].

- 2.3. Policy Initiatives:** The National Action Plan of Climate Change (NAPCC) set the target of 5% purchase of electrical energy from RE based generation (FY 2009-10), which is to be increased by 1% per year for the next 10 years. Various federal governments in the country have also taken up many initiatives through incentives to boost the RE sector. The Ministry of New and Renewable Energy Resources (MNRE), Government of India formulated **Electricity Act 2003 realizing the scope of RE sector**. Major highlights are;
- The State Electricity Regulatory Commissions (SERCs) to specify, for the purchase of electricity from RE sources, a percentage of the total consumption of electricity in the area of a distribution licensee.
  - SERC has to promote co-generation and RE based generation with suitable measures to connect grid or to supply local consumers.
  - Friendly tariff structure to encourage co-generation and RE based generation by SERC.
  - SERCs have to specify a Renewable Purchase Obligation (RPO) with the specified feed-in tariff and other terms and conditions to promote co-generation and/or generation of electricity from renewable energy sources.

Subsequent, policy interventions are:

- **National Electricity Policy 2005:** Emphasis on the share of electricity from RE sources and purchase by distribution companies shall be through competitive bidding process.
- **National Tariff Policy 2006:** NTP, 2006 mandates that SERCs purchase a minimum percentage of energy from renewable sources. This policy was further revised to include solar power purchase obligation of 0.25% in Phase 1 with the expected growth of 3% by 2022. State utilities can also purchase solar-specific Renewable Energy Certificates (RECs) from participating projects [13].

**2.4. Feed-in Tariffs (FITs)** were introduced to encourage the RE based generation. It is basically a payment given for the consumer for generating electricity from RE sources and feeding it to the grid. FIT is fixed by the power supplying utilities based on the generation cost or the present per unit cost of electricity. Normally the FIT is fixed for certain years in order to encourage the consumer to have long term generation of electricity from all RE sources. Federal states in India have separate FIT structure for RE generation [14-16]. State wise FIT structure for solar PV and solar thermal generation is given in the Table 2.

Table 2: State wise Feed-In tariff (FIT) structure for solar power plants in India

State	Order Dated	Tariff structure (Rs/kWh)		Tariff period (Years)	Incentives
		Solar PV	Solar Thermal		
Andhra Pradesh		Overall- Rs. 17.91 without Accelerated depreciation (AD) and Rs. 14.95 with AD		25	
Assam	Draft-13.07.2010	Rs. 5.50 for 1st year and 3% increment in every subsequent year		25	
Bihar	Final-02.08.2010	Overall - Rs. 10.9 without AD and Rs. 9.85 with AD		25	
Chhattisgarh	Final-09.07.2010	Rs. 15.84 (1 MW and above)	Rs. 13.26 (1 MW and above)	10	Additional Rs. 3.84/kWh for SPV and 3.26/kWh for solar thermal (1 MW and above)
Delhi	Final-09.07.2010	Rs. 17.91	Rs. 15.31		
Gujarat	Final-31.08.2010	Rs. 15 for (for initial 12 years) and RS. 5 (from 13th to 25th year)	Rs. 11 (for initial 12 years) and RS. 4 (from 13th to 25th year)	25	
Haryana	Final-08.07.2010	Rs. 9.18 for Crystalline SPV and Rs. 8.90 for thin film SPV		25	
Jammu & Kashmir	Final-02.06.2010	Rs. 17.91	Rs. 15.31		
Jharkhand	Final-23.06.2010	Rs. 17.91	Rs. 15.31		
Karnataka	Final-13.07.2010	Rs. 14.50	Rs. 11.35	25	
Kerala	Final-01.01.2009	Overall- Rs. 15.18 (including incentives)		10	Maximum of Rs. 10/kWh for solar thermal projects (commissioned by 31.12.2009) and Rs. 9.50/kWh for solar thermal and Rs. 11.40/kWh for SPV for projects (commissioned after 31.12.2009)

Madhya Pradesh	Final-06.07.2010	Rs. 15.35 (>2 MW and for rooftop PV up to 2 MW 15.49)	Rs. 11.26	25	
Maharashtra	Final-07.06.2010	To be higher by Rs.0.50/kWh or such higher amount as decided by commission		25	
Orissa	Final-09.07.2010	Overall - Rs. 15.39		25	Rs. 3.13/kWh
Punjab		Overall – Rs. 10.39		25	Accelerated depreciation Rs. 1.04/kWh
Rajasthan	Final-29.09.2010	Rs. 15.32 (commissioned by 31.03.2012)	Rs. 12.58 (commissioned by 31.03.2013)	25	
Tamil Nadu	Final-08.07.2010	Overall – Rs. 15.51		25	Accelerated depreciation Rs. 3.35/kWh
Uttar Pradesh	Final-22.06.2010	Rs. 5.50 (for 1 <sup>st</sup> year and increment of 3% every year)		25	
Uttarakhand	Final-06.07.2010	Overall – Rs. 17.7		25	Accelerated depreciation Rs. 1.65/kWh
West Bengal	Final-10.08.2010	Rs. 16.13 (100 kW to 2 MW)		25	

(Source: Renewable Energy Policy, MNRE, GoI.)

### 3. OBJECTIVE

Objectives of the current study are

- i). Assessment of solar energy potential-region and month wise;
- ii). Assessment of rooftop available in the region;
- iii). Estimating the wasteland required to harvest electrical energy using solar PV technology to meet the present demand in all districts; and
- iv). To suggest viable approaches for harvesting electricity from solar sources.

### 4. MATERIAL AND METHOD

#### 4.1. Study Area: Karnataka

Karnataka is located between 74.2° to 78.5° longitudes and 11.3° to 18.8° latitudes covering the area of 1,91,791 km<sup>2</sup> (Figure 1). It is the 8<sup>th</sup> biggest state of the country with population density of 320/km<sup>2</sup>. Karnataka state is located in peninsular India and has 30 districts, 176 Taluks with more than 29,000 villages. State receives an average rainfall of 3,638 mm per annum and annual average insolation of 5.55 kWh/m<sup>2</sup>/day. Figure 1 gives the overview of the state.

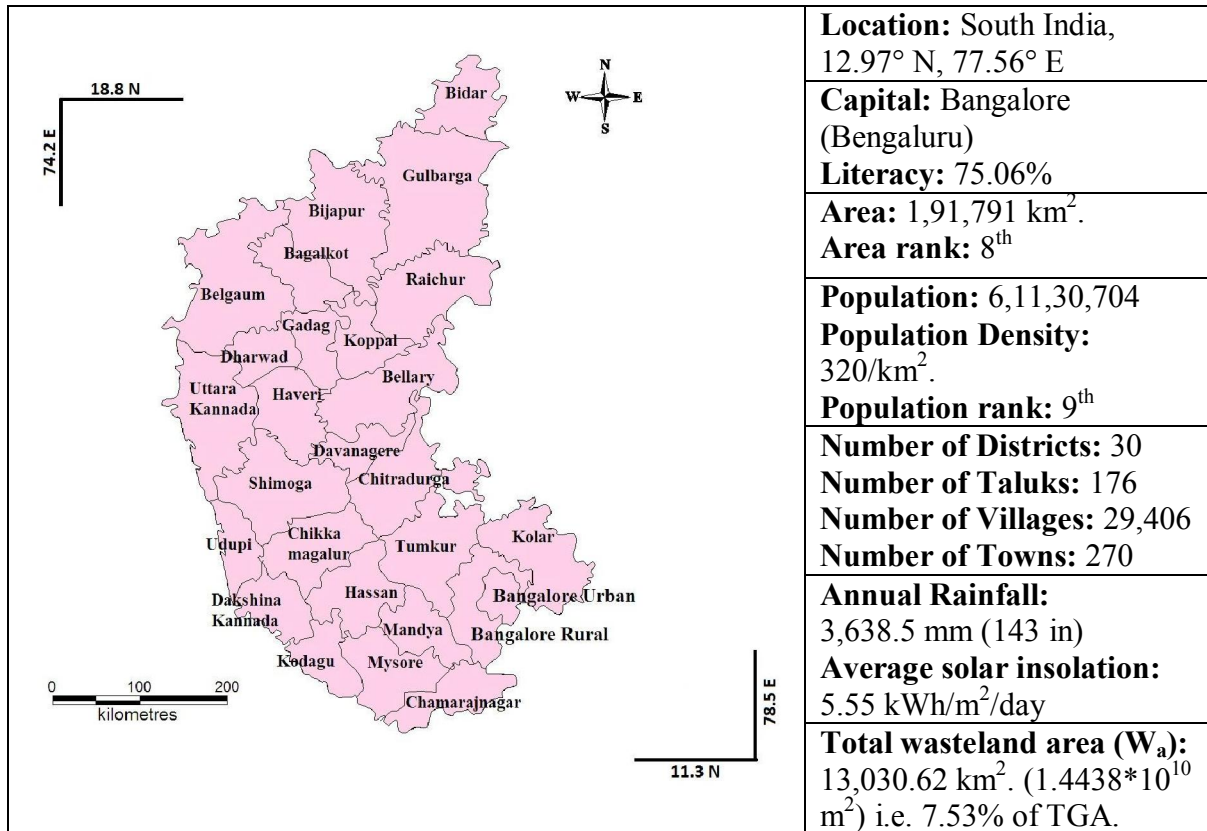


Figure 1: Overview of Karnataka

(Source: Census of India 2011; Directorate of Economics and Statistics, GoK and Wastelands Atlas of India 2011)

#### 4.2. Quantification of Solar Potential

NASA SSE Global insolation datasets are derived from a physical model based on the radiative transfer in the atmosphere along with parameterization of its absorption and scattering properties. The primary inputs to this model include visible and infrared radiation, cloud and surface properties, temperature, perceptible water, column ozone amounts and atmospheric variables such as temperature and pressure measured using diverse satellite instruments. The long wave and shortwave solar radiations reflected to the satellite sensors along with the collected primary inputs are studied to obtain the global insolation for different locations and durations. The 1°X1° spatial resolution SSE global insolation data derived from NASA SSE web portal – (<http://eosweb.larc.nasa.gov/sse/>) for a period of 22 years (July 1st, 1983 to June 30th, 2005) were validated (RMSE of 10.28%) with Baseline Surface Radiation Network (BSRN) data available as daily, monthly and annual averages obtained from measured values every 3 hours [17,18].

In this study, the state wise NASA SSE monthly average Global insolation data is collected for more than 900 grids which optimally cover the entire topography of India within the latitudes 8°



to 38°N and longitudes 68° to 98°E. A geo-statistical bilinear interpolation is employed to produce monthly average Global insolation maps for all the states. The Direct insolation is given by

$$I = (G - D)/\sin \Phi \quad (2)$$

where G is the Global insolation, D is the diffuse component and  $\Phi$  is the sun's elevation angle.

### 4.3. Sector wise Electrical Energy consumption

Sector-wise electrical energy consumption from 2002-03 to 2010-11 is listed in Table 3. Consumption has increased gradually from 21698.23 GWh (2002-03) to 36975.2 GWh (2010-11). Figure 2 shows the relative increase in the consumption of electrical energy by various sectors during 2002-03 to 2010-11. State is currently facing electric energy deficiency as consumption has exceeded the generation.

Table 3: Sector wise electric energy consumption in GWh

Year	Domestic	Commercial	Agri. /Irgn.	Industry	Others	Total
2002-03	4251.95	1162.76	8507.91	6504.78	1270.83	21698.23
2003-04	4462.13	1616.15	8992.48	6068.46	2003.95	23143.17
2004-05	4923.79	1925.48	9323.81	6470.47	2137.97	24781.52
2007-08	6322.94	3549.87	10808.65	6903.21	2403.27	29987.94
2008-09	6876.84	4014.53	11541.41	7266.81	2525.83	32225.42
2009-10	7360.09	4349.48	11894.9	7513.47	2692.39	33810.33
2010-11	8280.84	5018.51	12435.2	8442.11	2798.54	36975.2

(Source: TEDDY Energy year book and Annual Report 2011-12 on The Working of State Power Utilities & Electricity Departments by Planning Commission, Govt. of India.)

(Note: Electrical energy consumption data for year 2005-06 and 2006-07 is not available)

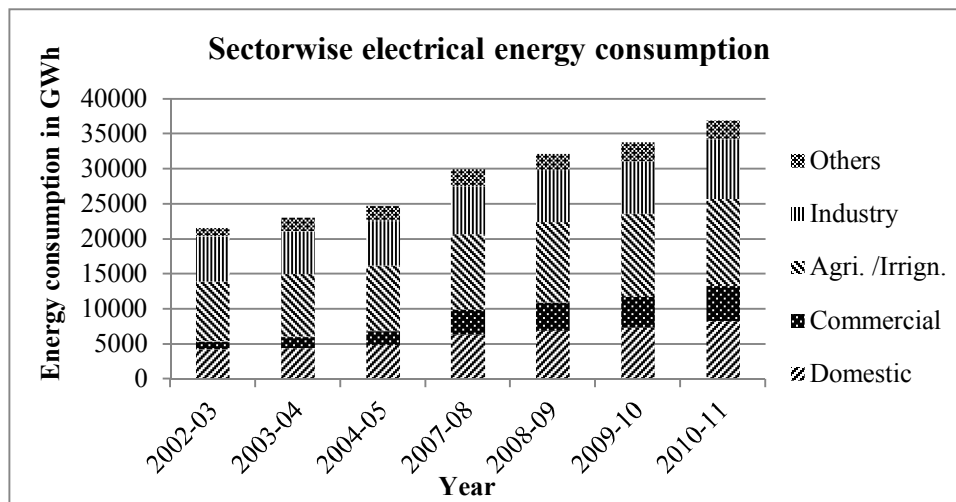


Figure 2: Sector wise electrical energy consumption from 2002-03 to 2010-11

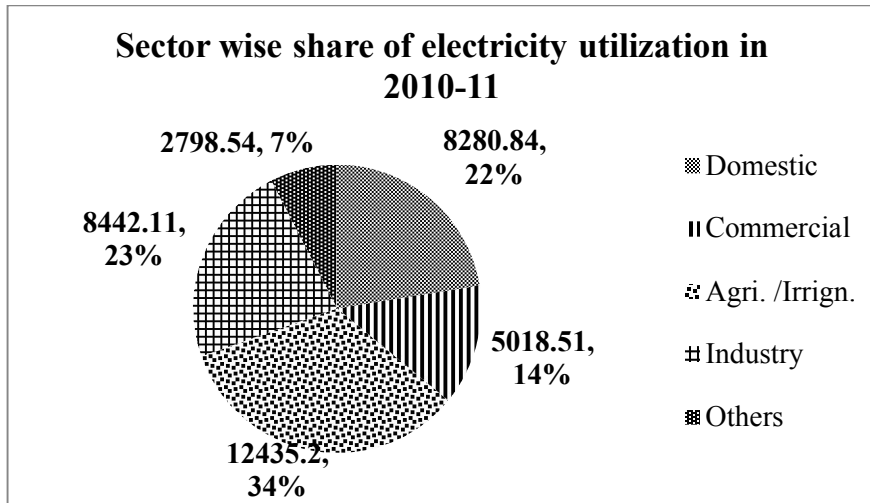


Figure 3: Sector wise share of electric energy consumption (2010-11)

Figure 3 illustrates the sector wise electrical energy consumption in 2010-11. Agricultural and irrigation pump sets tops the consumption with 34% (12435.2 GWh), followed by industrial sector (23%, 8442.11 GWh), domestic (22%, 8280.84 GWh) and commercial sector (14%, 5018.51 GWh).

Figure 4 gives the share of energy from various sources, where coal powered thermal power generation constitutes a major share (45%), followed by hydropower (27%) and renewable sources of energy (Renewable Energy: RE) sources (24%). Diesel and nuclear energy sources supply a small share of 4% (2% by each source).

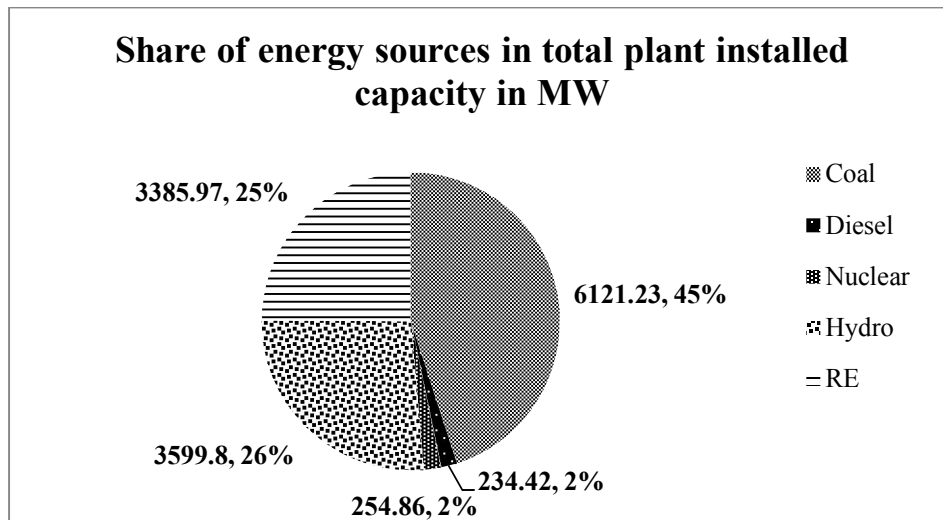


Figure 4: Share of various energy sources in total installed plant capacity

(Source: CEA, India)

## 5. RESULTS AND DISCUSSION

### 5.1. Solar energy utilization in Karnataka

Solar energy is used as both grid interactive system and as off grid solar system in Karnataka. It has 6 MW<sub>p</sub> grid interactive system and 29.41 kW<sub>p</sub> capacity standalone solar power plants. The off grid solar systems in the state are given in Table 4.

Table 4: Solar energy utilization in Karnataka (as on 31.03.2011)

<ul style="list-style-type: none"> <li>As grid interactive system: 6 MW<sub>p</sub></li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>As Standalone solar systems - Solar Photovoltaic (SPV): 29.41 kW<sub>p</sub></li> </ul>	Street lighting	2,694 in nos.
	SPV pumps	551 in nos.
	House lighting	36,134 in nos.
	Solar lantern	7,334 in nos.
	Solar cookers	253 in nos.
	Power plants	255.41 kW <sub>p</sub>

(Source: Energy Statistics 2012 (19<sup>th</sup> Issue), Central Statistics office Ministry of statistics and Programme Implementation Government of India New Delhi)

As of March 2013, state has cumulative installed capacity of 14 MW from solar energy under different schemes by the government. Table 5 gives the details of the installed solar power plants in Karnataka.

Table 5: Installed solar power plants in the state

Installer	Capacity (MW)	Technology	Scheme
Karnataka Power Corporation Limited (KPCL)	5	Solar PV	JNNSM
KPCL (Kolar)	3	Solar PV	Arunodaya Scheme
KPCL (Raichur)	3	Solar PV	Arunodaya Scheme
KPCL (Belgaum)	3	Solar PV	Arunodaya Scheme
<b>Total</b>	<b>14</b>		

(Source: MNRE, Govt. of India)

### 5.2. Solar potential in Karnataka

Karnataka receives an average insolation of 5.55 kWh/m<sup>2</sup>/day annually. Insolation varies from 4.5 to 7 kWh/m<sup>2</sup>/day throughout the year (Figure 5). All districts of the state receive average insolation of 5.5 to 6.5 kWh/m<sup>2</sup>/day annually except Kodagu (5-5.5 kWh/m<sup>2</sup>/day).

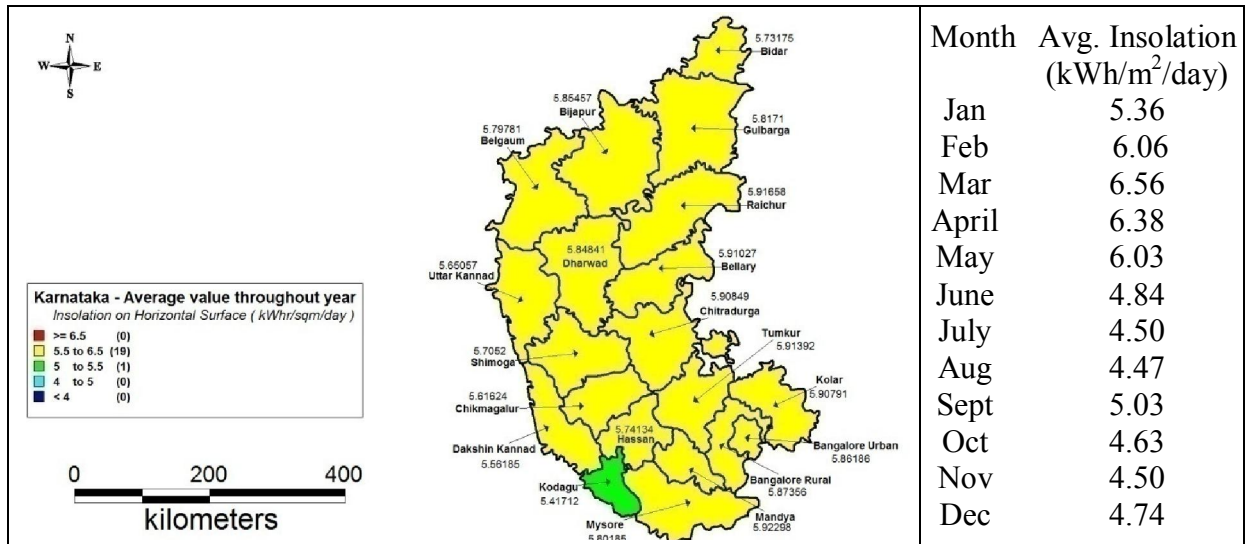
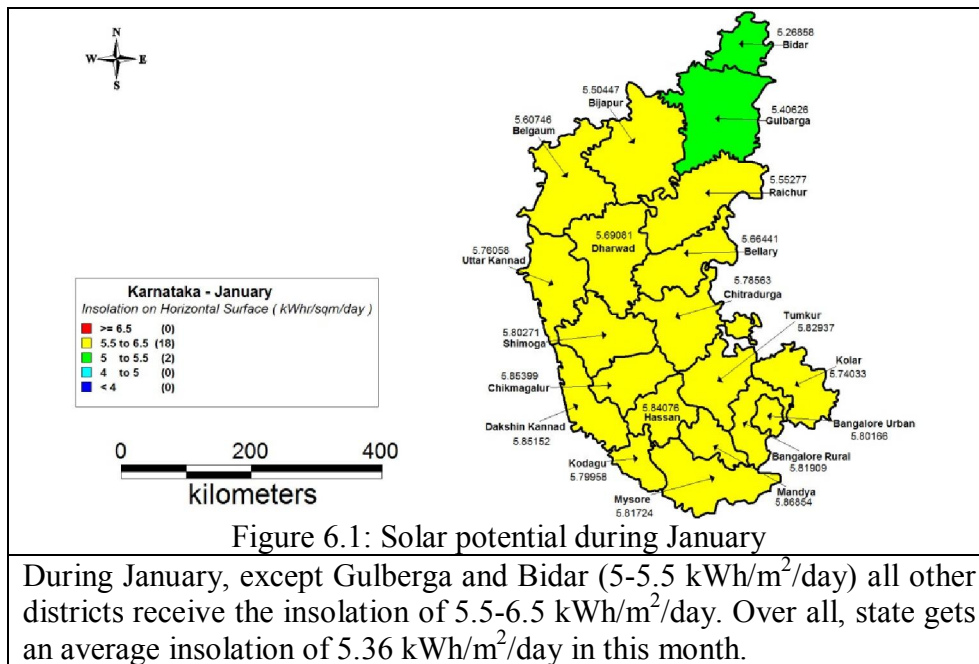


Figure 5: Average annual solar insolation (kWh/m<sup>2</sup>/day) in Karnataka

Figure 6 (6.1-6.12) gives the annual global insolation details of the state. Global insolation details of all the districts are shown for every month, Figure 6.1 (January) to Figure 6.12 (December).



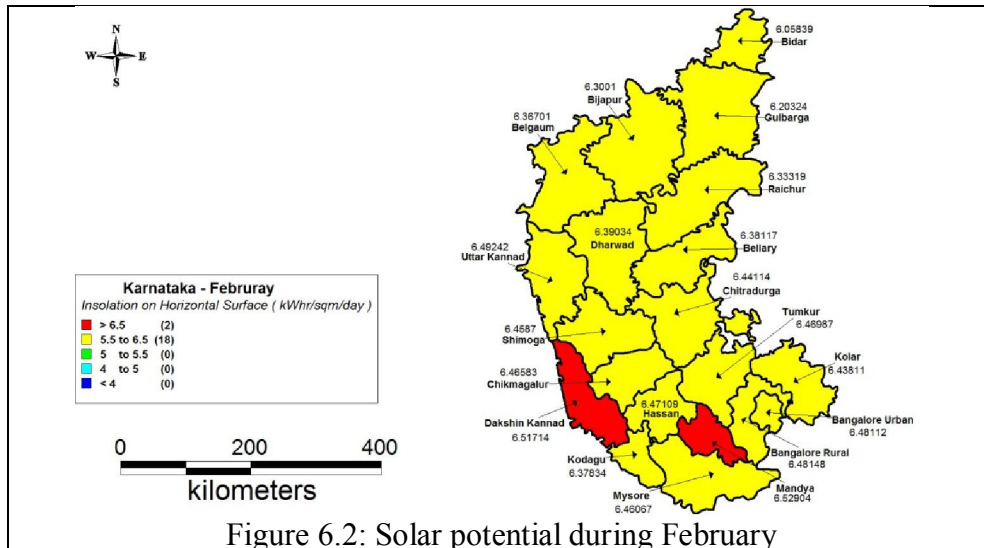


Figure 6.2: Solar potential during February

During February, most of the districts receive insolation ranging from 5.5-6.5 kWh/m<sup>2</sup>/day except Dakshina Kannada and Mandya which gets higher insolation over 6.5 kWh/m<sup>2</sup>/day.

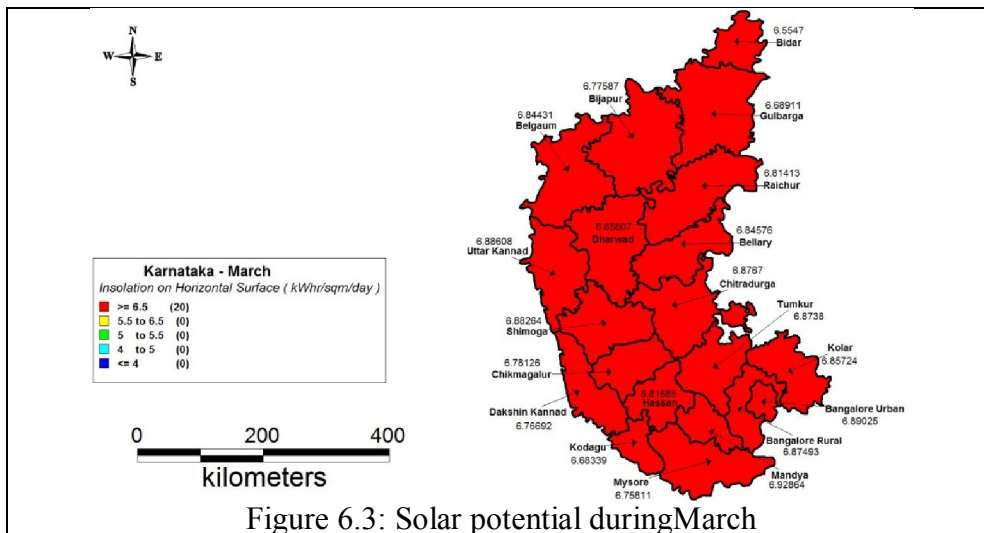


Figure 6.3: Solar potential during March

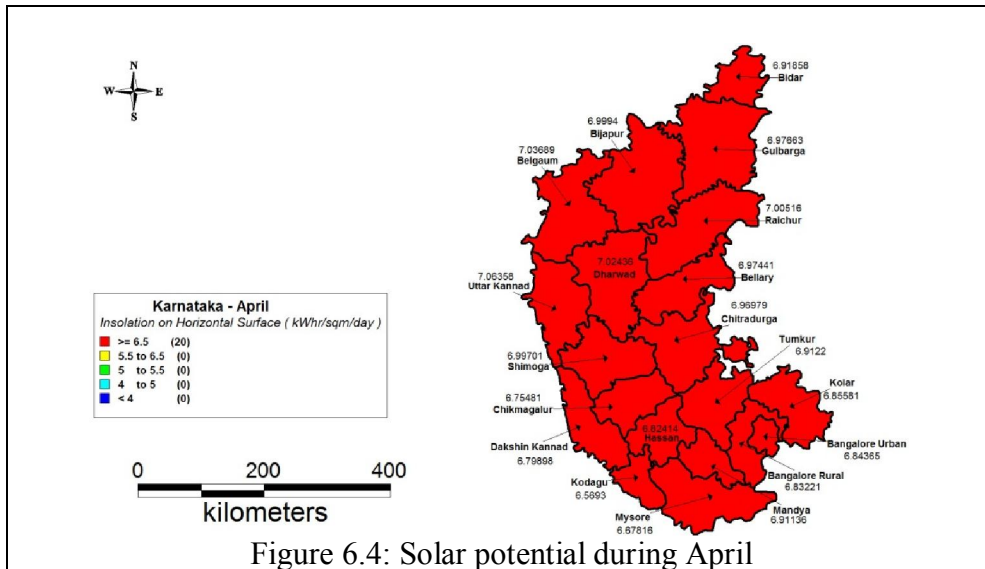


Figure 6.4: Solar potential during April

Figure 6.3 and 6.4 shows the insolation received in March and April; state gets highest insolation in these months. All the districts of the state receive the insolation more than 6.5 kWh/m<sup>2</sup>/day.

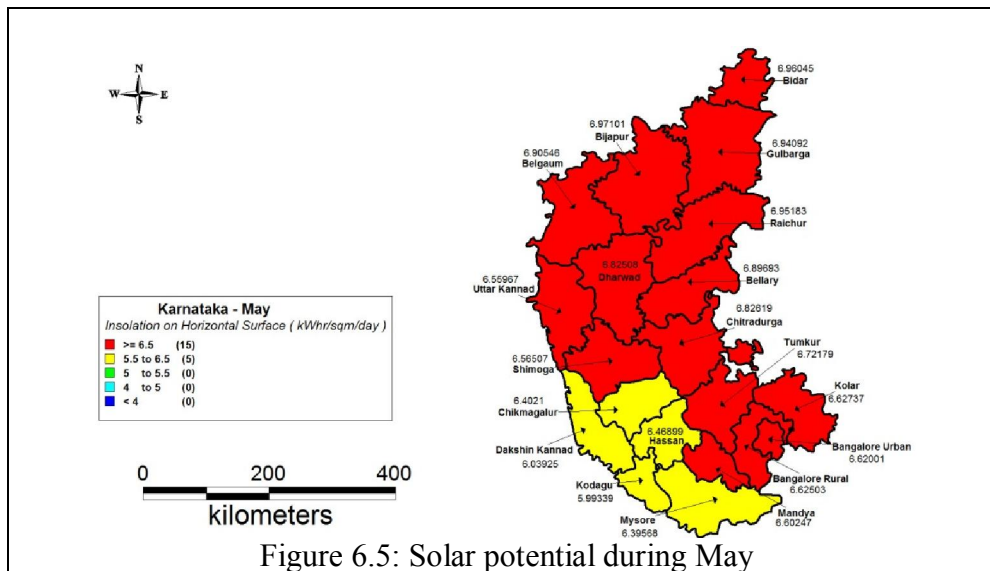


Figure 6.5: Solar potential during May

During May, 5 districts in the south-west region receive insolation of 5.5-6.5 kWh/m<sup>2</sup>/day and other districts get insolation over 6.5 kWh/m<sup>2</sup>/day.

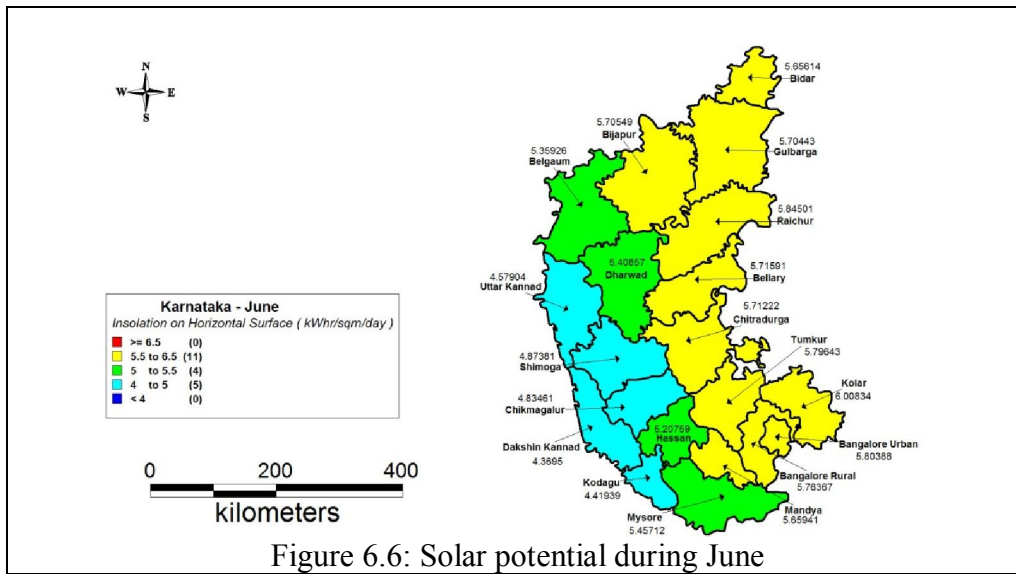


Figure 6.6: Solar potential during June

Districts in the coastal region gets lower insolation of 4-5 kWh/m<sup>2</sup>/day in June. Mysore, Hassan, Dharwad and Belgaum receive the insolation of 5-5.5 kWh/m<sup>2</sup>/day in this month. All other districts receive insolation of 5.5-6.5 kWh/m<sup>2</sup>/day.

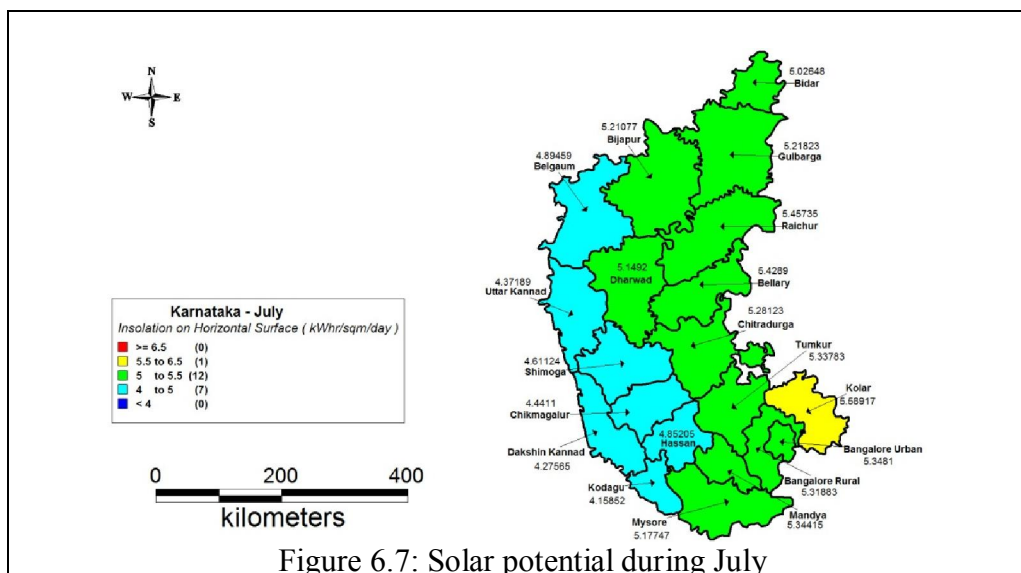


Figure 6.7: Solar potential during July

Districts in the western region (coastal region) gets lower insolation of 4-5 kWh/m<sup>2</sup>/day in July. Other 12 districts except Kolar (5.5-6.5 kWh/m<sup>2</sup>/day) receive insolation of 5-5.5 kWh/m<sup>2</sup>/day.

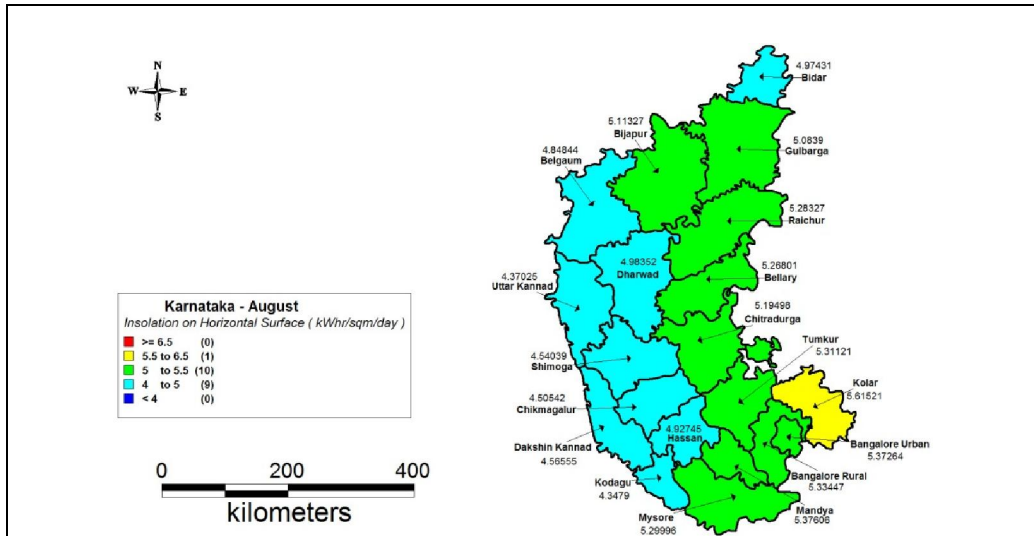


Figure 6.8: Solar potential during August

During August, 8 districts in the western region and Bidar get lower insolation of 4-5 kWh/m<sup>2</sup>/day. Other districts except Kolar (5.5-6.5 kWh/m<sup>2</sup>/day) get insolation of 5-5.5 kWh/m<sup>2</sup>/day.

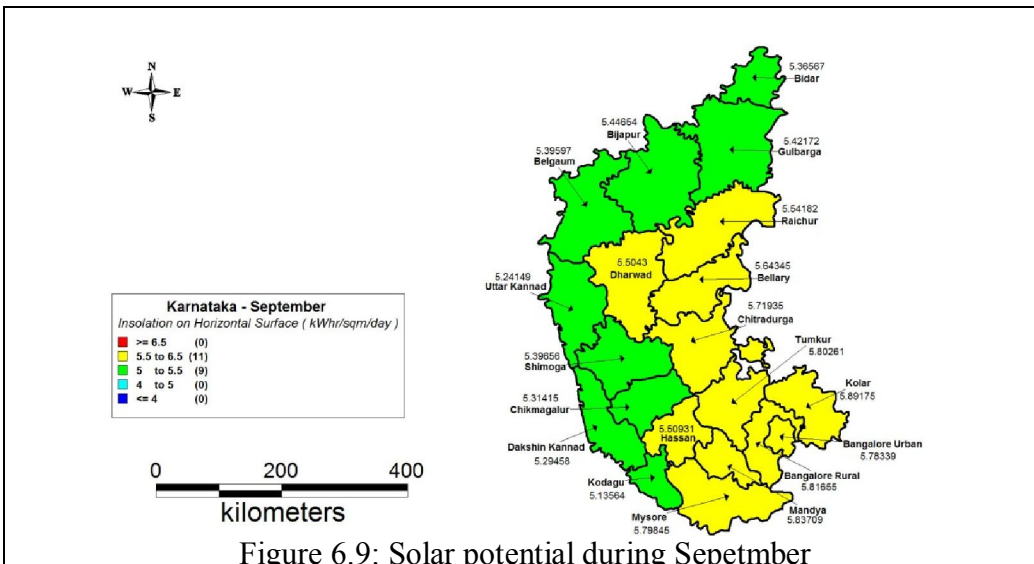


Figure 6.9: Solar potential during September

During September, all districts in the western part and northern part of the state receive insolation of 5-5.5 kWh/m<sup>2</sup>/day. Other 11 districts get higher insolation of 5.5-6.5 kWh/m<sup>2</sup>/day.



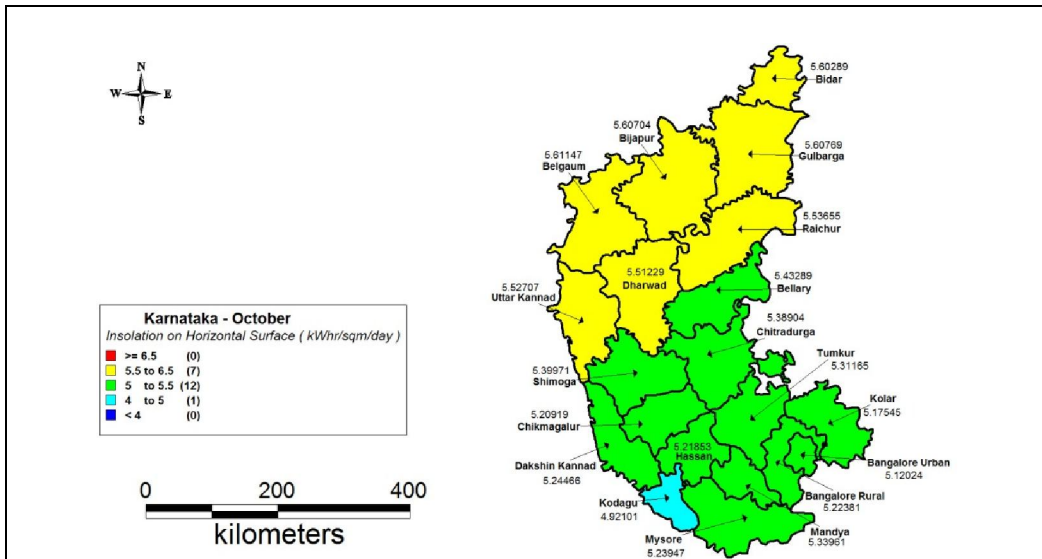


Figure 6.10: Solar potential during October

During October 7 districts in the northern part of the state receive insolation of 5.5-6.5 kWh/m<sup>2</sup>/day. Southern districts get insolation of 5-5.5 kWh/m<sup>2</sup>/day, but kodagu gets lowest insolation in this month (4-5 kWh/m<sup>2</sup>/day).

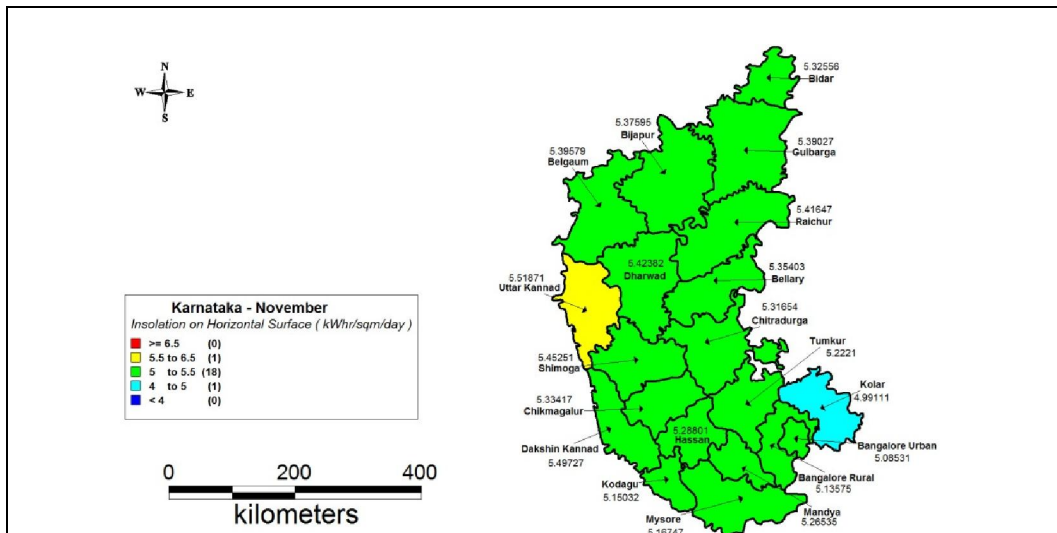


Figure 6.11: Solar potential during November

Most of the districts of the state receive insolation of 5-5.5 kWh/m<sup>2</sup>/day except Kolar (4-5 kWh/m<sup>2</sup>/day) and Uttara Kannada (5.5-6.5 kWh/m<sup>2</sup>/day) in November.

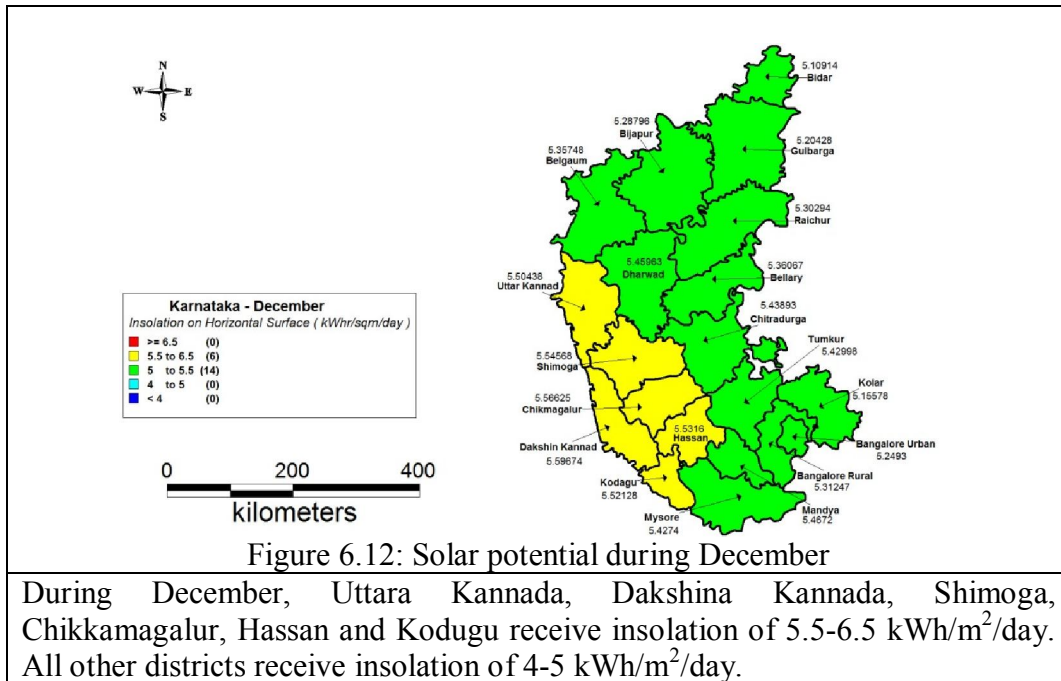


Figure 6: Global insolation maps from January to December

### 5.3. Land requirement

Land use by power plants is one of the major factors to be considered in the early planning of any power plant. The assessment shows that to setup 1 kW solar power plant (SPV based) land required is about 100 m<sup>2</sup>. Scope for solar energy is assessed considering i) the present energy demand, ii) extent of wasteland available in the region, and iii) scope for rooftop based SPV for meeting the respective household demand.

### 5.4. District wise availability of wastelands and barren land

Table 6 summarizes the district wise waste land and barren land in the state as per the ATLAS of wastelands (2011). Availability of wasteland in Karnataka ranges from 1.88% (Bijapur) to 15.88% (Bellary) of TGA (Total Geographical Area). Unproductive barren land ranges from 0.02% (Haveri) to 1.58% (Raichur)

Table 6: District wise distribution of wastelands and barren lands in km<sup>2</sup>

Districts	TGA (km <sup>2</sup> )	WL(NRSC) (km <sup>2</sup> )	% of WL in TGA	Barren Land* (km <sup>2</sup> )	% of Barren Land in TGA	% of Barren Land in WL
Bagalkot	6575	787.55	11.98	82.75	1.26	10.51
Bangalore Rural	5815	588.27	10.12	87.86	1.51	14.94
Bangalore Urban	2190	90.3	4.12	1.68	0.08	1.86
Belgaum	13415	1108.38	8.26	1.31	0.01	0.12
Bellary	8419	1336.8	<b>15.88</b>	75.41	0.90	5.64
Bidar	5448	383.01	7.03	2.12	0.04	0.55
Bijapur	10494	198.43	<b>1.89</b>	44.71	0.43	22.53
Chamarajanagar	5685	373.94	6.58	5.41	0.10	1.45
Chikmagalur	7201	284.96	3.96	14.65	0.20	5.14
Chitradurga	8440	935.97	11.09	77.79	0.92	8.31
Dakshina Kannada	4843	172.88	3.57	26.99	0.56	15.61
Davanagere	5966	483.81	8.11	4.87	0.08	1.01
Dharwad	4230	112.38	2.66	0.6	0.01	0.53
Gadag	4657	305.75	6.57	16.13	0.35	5.28
Gulbarga	16224	994.35	6.13	107.19	0.66	10.78
Hassan	6814	328.48	4.82	5.49	0.08	1.67
Haveri	4851	137.14	2.83	0.86	<b>0.02</b>	0.63
Kodagu	4102	107.4	2.62	3.25	0.08	3.03
Kolar	8223	752.8	9.15	129.11	1.57	17.15
Koppal	7189	472.42	6.57	53.06	0.74	11.23
Mandya	4961	374.41	7.55	35.29	0.71	9.43
Mysore	6269	115.71	1.85	1.82	0.03	1.57
Raichur	6828	658.25	9.64	108.14	<b>1.58</b>	16.43
Shimoga	8465	481.53	5.69	2.98	0.04	0.62
Tumkur	10598	623.77	5.89	102.16	0.96	16.38
Udupi	3598	181.45	5.04	36.75	1.02	20.25
Uttara Kannada	10291	640.48	6.22	7.59	0.07	1.19
<b>Total</b>	<b>191791</b>	<b>13030.62</b>	<b>6.79</b>	<b>1035.97</b>	<b>0.54</b>	<b>7.95</b>

(Source: Wastelands Atlas of India 2011)

\*Barren Lands: Sands-Coastal, Sands-Desertic, Sands-Semi Stab.-Stab>40m, Sands-Semi Stab.-Stab 15-40m, Mining Wastelands, Industrial wastelands, Barren Rocky/Stony waste.

## 5.5. Scope for electricity generation using solar potential

Electric energy can be harvested directly from solar radiations using solar photovoltaic (SPV) cells (modules). These SPV modules can be mounted on rooftop (domestic supply) or can be installed in an outdoor area (wasteland/barren land) for higher capacity of generation which shall meet the irrigation demand.

### 5.5.1. Solar rooftop PV technology

About 68.43% of the population lives in rural areas of the state where the domestic electrical energy consumption ranges from 40 to 60 kWh per month per household. In rural area per capita energy consumption is about 10 to 12 kWh/month. This domestic demand can be supplied using solar PV installation on the rooftop where the average rooftop area available is 109.83 m<sup>2</sup>. Figure 7 shows the digitization of rural and urban household rooftop in the state. To generate 60 kWh per month using rooftop solar PV technology, roof area required is about 4.12% (3.62 m<sup>2</sup>) of the total area available ( $\eta=10\%$ , effective area = 80% of available area).

In a typical urban household the available rooftop area is about 1,200 sq. feet (112 m<sup>2</sup>) in which 80% of the area can be optimized for solar energy harvesting. The average electricity consumption in urban area ranges from 100 to 150 kWh. This domestic energy demand can be met by rooftop PV installation which utilizes 10.1% (9.1 m<sup>2</sup>) of the available roof top area.

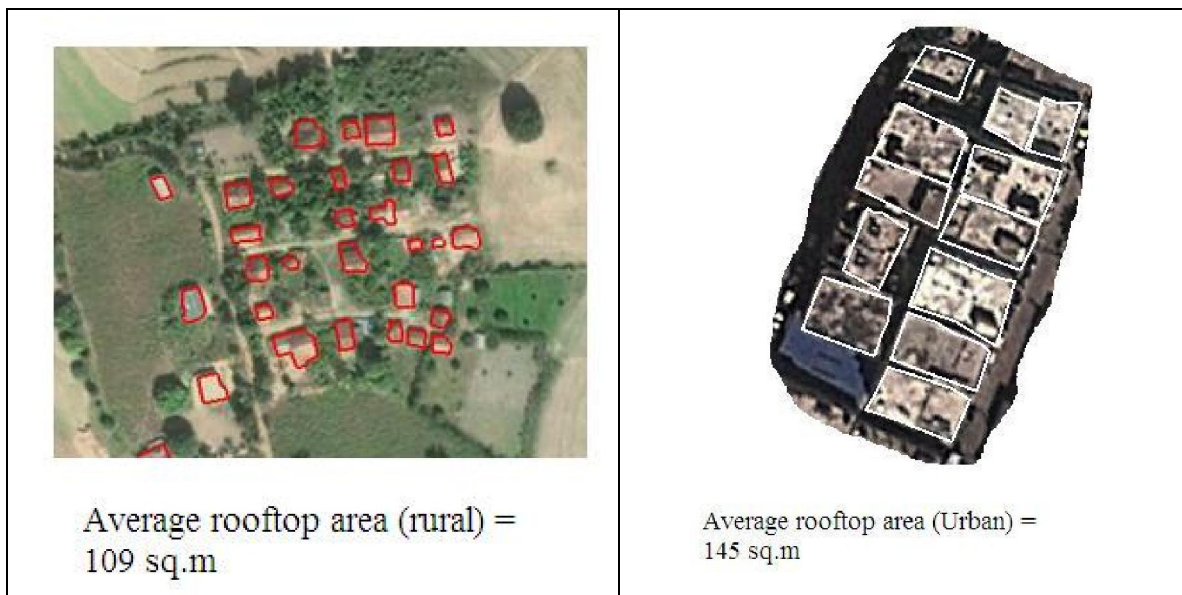


Figure 7: Digitized images of urban and rural household rooftop area (Google Earth image 2012)

### 5.5.2. Electric energy harvested from solar energy using wasteland

Figure 8 shows the month wise electric energy that could be generated using 2% of wasteland area (260.61 km<sup>2</sup> or 25.1% of the barren lands) and the average demand. The estimate shows that the electricity generated would be at least 1.9 times higher than the present demand (2010-11).

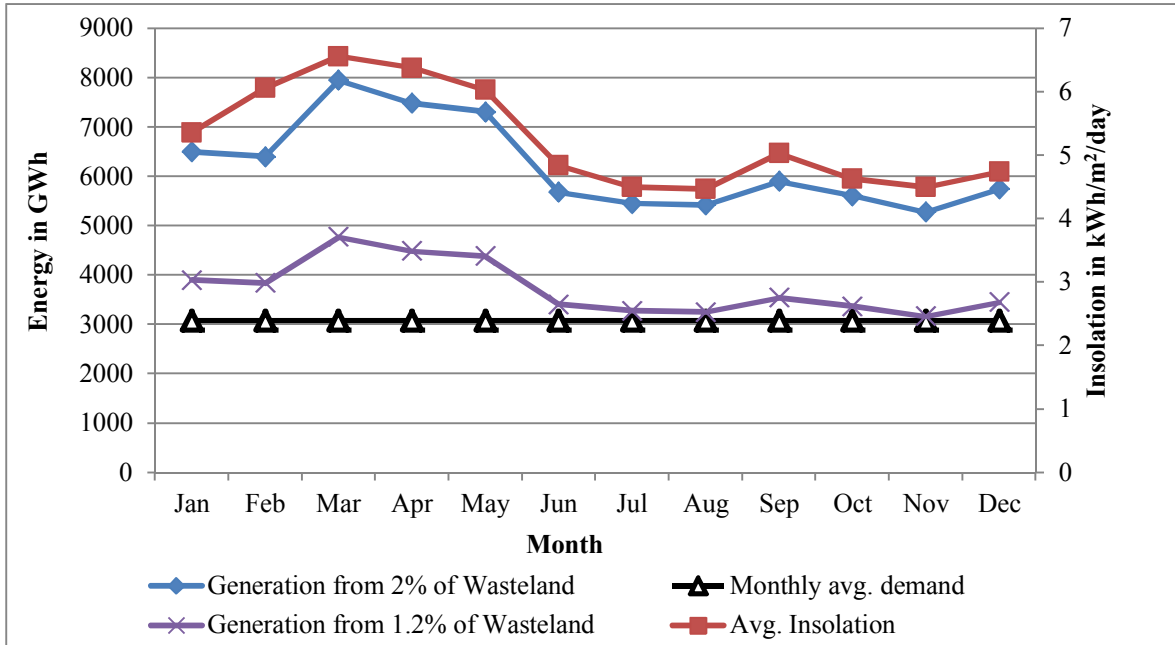


Figure 8: Electrical power generation from wasteland with monthly average demand and average insolation

Figure 8 also gives the wastelands required (1.2%, 156.36 km<sup>2</sup>) to generate sufficient electrical energy which could meet the present electricity demand (36,975 GWh) in Karnataka.

## 6. RECOMMENDATIONS FOR SUSTAINABLE ENERGY DURING 21<sup>ST</sup> CENTURY

Solar energy based generation seems promising and environmental friendly option to meet the growing demands. India is blessed with the good solar potential and harvesting this potential would minimize the environmental implications associated with the fossil fuels. Solar PV technology has the potential to meet the domestic and irrigation demands in the decentralized way. Appropriate policy incentives might help in the large scale deployment of solar devices at household levels. There is a need to focus on energy efficient decentralized electricity generation technologies with micro grid and smart grid architecture, which would go long way in meeting the energy demand. In this regard, suggestions are:

1. Electricity generation using SPV and CSP technologies would bridge the demand supply gap as India receives abundant solar energy of more than 5 kWh/m<sup>2</sup>/day for about 300 days in a year. The adequate potential with mature technologies and apt policy incentives would help in meeting the electricity demand in a region.
2. Roof top based SPV would help in meeting the household energy demand in rural as well as urban households. Rural household require about 70-100 kWh per month and to meet this requirement 5-6 m<sup>2</sup> rooftop is adequate (at  $\eta=10\%$ , and insolation of 5 kWh/m<sup>2</sup>/day) and the average rooftop in rural locations in Karnataka is about 110 m<sup>2</sup> and about 115 m<sup>2</sup> in urban localities.
3. Adequate barren /waste land is available in Karnataka as the available waste land is about 7% of the total geographical area less than 1% area is sufficient to generate electricity required for irrigation and domestic sector through SPV installation.
4. SPV installation in waste/barren lands supports decentralized electricity generation and enables multi utilization of the area for activities such as grazing, livestock farming, etc. About 45 million households are still not electrified in India, which have potential to generate enough electricity from rooftop SPV installation; rooftop SPV installation would be the revolutionary method of rural electrification.
5. Rooftop SPV installation is the most adoptable technology in highly populous countries like India, where the monthly electricity consumption of a household ranges from 50 to 100 kWh. Encouragement for roof top SPV based electricity generation rather than centralized generation through incentives, financial aid for initial installation and tax holidays.

To supply electricity to households in remote areas entails investment on infrastructure apart from transmission and distribution (T&D) loss of electricity. Current assessment reveals that T&D loss in Karnataka is about 19.5% resulting in the loss of 7,210.16 GWh (annual demand is 36,975.2 GWh in 2010-11) of energy. Cost of energy loss ranges from Rs. 1,514.13 crores (@ Rs. 2.10/kWh) to Rs. 5,047.11 crores (@ Rs. 7/kWh) depending upon the tariff (in the respective state).

Decentralized generation of electricity through SPV would help in meeting the respective household's electricity demand apart from the removal of T&D losses. Generation based incentives (GBI) would herald the decentralized electricity generation, which would help in boosting the regional economy. Considering the current level of T & D losses in centralized system, inefficient and unreliable electricity supply, it is necessary to promote decentralized energy generation. Small capacity systems are efficient, economical and more importantly would meet the local electricity demand. The incentive could be

- Rs. 4.00 per unit for first five years (comparable to **subsidies granted to mini hydel projects, the power purchase at Rs 3.40**) and Rs. 3.50 for the next two years for the electricity generated from roof top solar PV.
  - Buyback programmes for the electricity generated at household level and in micro grid - GBI of Rs. 5 to be provided for electricity generation (< 5 kW) feeding to the grid by SPV.
  - Free solar home lighting (with LED lamps) under the Chief Minister's Solar Powered Green House Scheme (CMSPGHS), Government of Karnataka or JNNSM (Jawaharlal Nehru National Solar Mission, Government of India).
  - All street lights and water Supply installations in local bodies to be energized through solar power (or hybrid mechanism) in a phased manner
  - Install solar rooftops in all new government/local body buildings - implementation of solar rooftops could be in a phased manner in the existing government/local body buildings, etc.
  - Exemption from payment of electricity tax to the extent of 100% on electricity generated from solar power projects used for self-consumption/sale to utility to be allowed for at least 10 years.
  - Fixing of standards for quality installation.
6. Commercial lighting in advertisement boards should only be from SPV panels. Complete ban on usage of grid electricity for these purposes.
  7. Impetus to energy research through generous funding for the R and D activities to ensure further improvements in the grid, technologies, two way communication energy meters

- (to connect rooftop generation with existing grid), efficient luminaries' production, low cost wiring, switchgears, appliances, etc.
8. Energy education (focusing mainly on renewable energy technologies, end-use energy efficiency improvements, energy conservation) at all levels. School curriculum shall include renewable energy (RE) concepts.
  9. Awareness about energy independence and the necessity of RE sources in the present gloomy energy scenario to the consumers
  10. Education and awareness about applications and importance of renewable energy sources.
  11. Capacity building of youth through technical education for installation and servicing of SPV panels.
  12. Diploma /ITI courses with hand-on training on renewable energy technologies in all taluks
  13. Setting up service centers in block development offices to meet the requirement of service support for RE technologies (Solar, biogas, energy efficient chulas, etc.).
  14. Periodic revision of FIT structure and incentives to encourage the consumers.
  15. Mandatory one week capacity building / training programmes to all bureaucrats and energy professionals at the initial stages of the career. This is essential as lack of awareness/knowledge among the bureaucrats is the major hurdle for successful dissemination of renewable energy technologies in India

## **7. CONCLUSION**

Solar energy is the most widely available RE source for decentralized energy generation through PV and thermal energy conversion. Geographic information system (GIS) based insolation data is used for assessing the potential and design of the system where the variations are in acceptable limit and comparison with ground measurements have given better accuracy. With the knowledge of insolation reception and rooftop digitization, potential assessment is done which revealed only about 5 to 7% of the available rooftop area is sufficient to meet household electricity demand. The fraction of open/wastelands (1 to 3%) in the region can be utilized to meet the electricity demand of irrigation pump sets using solar PV system with micro-grid architecture. Incentives for the generation of electricity from RE sources would boost up the number of installations in future leading to decentralized generation which will scale down dependency on conventional power plants.



## REFERENCES

1. Tariq Muneer, Muhammad Asif and Saima Munawwar 2005. Sustainable production of solar electricity with particular reference to the Indian economy, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, October 2005.
2. Mark Naylor F. and Kevin Farmer C. 1995. *Sun Damage and Prevention*, Electronic textbook of dermatology, The Internet Dermatology Society, 1995
3. Ted Soubdhan, Richard Emillion and Rudy Calif 2009. Classification of daily solar radiation distributions using a mixture of Dirichlet distributions, *Solar Energy*, July 2009
4. Mani A. 1981. *Handbook of solar radiation*, Allied Publishers, New Delhi, 1981
5. Wilbur L. C. 1985. *Handbook of Energy Systems Engineering*, John Wiley & Sons, USA, 1985
6. Ministry of New and Renewable Energy, GoI, Annual Report 2010-11, Viewed on 15<sup>th</sup> December 2012.  
<[mnre.gov.in/file-manager/.../strategic\\_plan\\_mnre\\_2011\\_17.pdf](http://mnre.gov.in/file-manager/.../strategic_plan_mnre_2011_17.pdf)>
7. Ramachandra T. V., Rishabh Jain and Gautham Krishnadas 2011. Hotspots of solar potential in India, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 15, Issue 6, 2011
8. Progress Report on Village Electrification, Central Electricity Authority, Government of India, Viewed on December 25 2011 <[http://www.cea.nic.in/god/dpd/village\\_electrification.pdf](http://www.cea.nic.in/god/dpd/village_electrification.pdf)>
9. Ramachandra T. V., Gautham Krishnadas and Rishabh Jain, 2012. Solar Potential in the Himalayan Landscape, International Scholarly Research Network, *ISRN Renewable Energy*, 2012.
10. Ramachandra T V, 2011. Renewable energy transition: Perspective and Challenges, In: *Energy India 2020- A Shape of Things to come in Indian Energy Sector*, Saket Projects Ltd., Ahmedabad, Pp:175-183
11. Ministry of New and Renewable Energy, GoI. Renewable Energy Regulatory Framework. Viewed on January 20<sup>th</sup> 2013. <<http://www.mnre.gov.in/information/renewable-energy-regulatory-framework/>>
12. Renewable Energy Certificate Registry of India, GoI. Viewed on February 10<sup>th</sup> 2013. <<https://www.recregistryindia.nic.in/index.php/general/publics/index>>
13. Renewable Purchase Obligation for States. Viewed on 11<sup>th</sup> 28t March 2013. <[ceew.in/pdf/Appendix\\_F-Renewable\\_Purchase\\_Obligation\\_for\\_States.pdf](http://ceew.in/pdf/Appendix_F-Renewable_Purchase_Obligation_for_States.pdf)>
14. Toby Couture D. et al. 2010. A Policymaker's Guide to Feed-in Tariff Policy Design, Technical Report by NREL, July 2010.
15. Pablo del Rio and Miguel Gual A., 2007. An integrated assessment of the feed-in tariff system in Spain, *Energy Policy*, March 2006.
16. Jonathan Lesser A. and Xuejuan Su, 2007. Design of an economically efficient feed-in tariff structure for renewable energy development, *Energy Policy*, December 2007.
17. Surface Meteorology and Solar Energy Release 6.0 Methodology, NASA. Viewed on October 17, 2012. <<http://eosweb.larc.nasa.gov/sse/ documents/SSE6Methodology.pdf>>
18. NREL GHI data furnished by National Renewable energy Laboratory, 2010.



**ENERGY AND WETLANDS RESEARCH GROUP  
CENTRE FOR ECOLOGICAL SCIENCES**  
New Bioscience Building, Third Floor, E Wing, TE 15  
[Near D Gate], INDIAN INSTITUTE OF SCIENCE  
**BANGALORE 560 012**

Telephone : 91-80-22933099/22933503 [Extn. 107]  
Fax : 91-80-23601428/23600085/23600683[CES-TVRR]  
Email : cestvr@ces.iisc.ernet.in,  
energy@ces.iisc.ernet.in  
Web: <http://ces.iisc.ernet.in/energy>  
<http://ces.iisc.ernet.in/biodiversity>  
Open Source GIS: <http://ces.iisc.ernet.in/grass>

