ಮೋಡಗಳ ಮೇಲೆ

ರೊದ್ದಮ್ ನರಸಿಂಹ ಅವರೊಂದಿಗೆ ಮಾತುಕತೆ

ಆರ್.ಎನ್. ಎಂದು ಜನಪ್ರಿಯರಾಗಿರುವ ರೊದ್ದಂ ನರಸಿಂಹ ಒಬ್ಬ ಬಹುಮುಖಿ ವಿಜ್ಞಾನಿ. ತಮ್ಮ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಬದುಕೆಲ್ಲವನ್ನೂ ಭಾರತದಲ್ಲಿಯೇ, ಅದರಲ್ಲೂ ಬೆಂಗಳೂರಿನಲ್ಲಿಯೇ ಕಳೆದವರು. ಪೂರ್ವಾತ್ಯ ಹಾಗೂ ಪಾಶ್ಚಿಮಾತ್ಯ ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಧಾನಗಳೆರಡಕ್ಕೂ ಸರಾಗವಾಗಿ ಹೊಂದಿಕೊಂಡ ಅಪರೂಪದ ವಿಜ್ಞಾನಿ. ಭಾರತವನ್ನೊಂದು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಶಕ್ತಿಯನ್ನಾಗಿಸಿದ ಹಲವು ಸಂಶೋಧನಾ ಯೋಜನೆಗಳ ನೇತೃತ್ವ ವಹಿಸಿದ್ದವರು. ಇವರ ಸೇವೆಯನ್ನು ಗಮನಿಸಿ ಭಾರತದ ಅತ್ಯುನ್ನತ ಪ್ರಶಸ್ತಿಗಳಲ್ಲಿ ಎರಡನೆಯದಾದ ಪದ್ಮವಿಭೂಷಣವನ್ನು ೨೦೧೩ರಲ್ಲಿ ಇವರಿಗೆ ನೀಡಲಾಯಿತು. ಈಗ ಇವರು ಬೆಂಗಳೂರಿನ ಜವಹರಲಾಲ್ ನೆಹರೂ ಸೆಂಟರ್ ಫಾರ್ ಆಡ್ವಾನ್ಸ್ಡ್ ಸೈಂಟಿಫಿಕ್ ರಿಸರ್ಚ್ ಸಂಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಡಿಎಸ್‌ಟಿ ಇಯರ್-ಆಫ್-ಸೈನ್ಸ್ ಪ್ರೊಫೆಸರ್ ಆಗಿದ್ದಾರೆ.

ಈ ಸಂದರ್ಶನದ ಮೊದಲ ಕಂತು ಭಾವನಾ ಪತ್ರಿಕೆಯ ಏಪ್ರಿಲ್ ೨೦೧೭ ಸಂಚಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟವಾಗಿತ್ತು. ಪತ್ರಿಕೆಯ ಸಂಪಾದಕರೊಂದಿಗೆ ಆರ್‌ಎನ್ ಜುಲೈ ೨೦೧೭ರಲ್ಲಿ ನೀಡಿದ ಸಂದರ್ಶನ ಈ ಎರಡನೆಯ ಹಾಗೂ ಕೊನೆಯ ಕಂತಿನಲ್ಲಿದೆ.

This article was first published in Bhāvanā, the mathematics magazine, as Above the Clouds, Roddam Narasimha in Conversation and is translated and republished here with permission.

ಕ್ಯಾಲ್ಟೆಕ್ ಪ್ರವೇಶ ಹಾಗೂ ಸ್ಪುಟ್ನಿಕ್ ಉಡಾವಣೆ

ಇವತ್ತು ನಮ್ಮ ಜೊತೆಗೆ ಮಾತನಾಡುತ್ತಿರುವುದಕ್ಕೆ ಭಾವನಾ ತಂಡದ ಪರವಾಗಿ ಧನ್ಯವಾದಗಳು.

ಆರ್.ಎನ್.: ಧನ್ಯ.

ಪತ್ರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಏಪ್ರಿಲ್ ೨೦೧೭ರಂದು ಪ್ರಕಟವಾದ ನಿಮ್ಮ ಸಂದರ್ಶನದ ಮೊದಲ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಬೆಂಗಳೂರಿನಲ್ಲಿ ನಿಮ್ಮ ಬಾಲ್ಯದ ಬಗ್ಗೆ ಹಾಗೂ ಭಾರತೀಯ ಪ್ರಾಚೀನ ವಿಜ್ಞಾನದ ಬಗ್ಗೆ ನಿಮ್ಮ ಚಿಂತನೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ತಿಳಿದೆವು. ಇವತ್ತು ಕ್ಯಾಲಿಫೋರ್ನಿಯ ಇನ್ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಆಫ್ ಟೆಕ್ನಾಲಜಿ ಅಂದರೆ ಕ್ಯಾಲ್ಟೆಕ್‌ನಲ್ಲಿ ನಿಮ್ಮ ಬದುಕಿನ ಬಗ್ಗೆ ಹಾಗೂ ನೀವು ಇಂಡಿಯನ್ ಇನ್ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಆಫ್ ಸೈನ್ಸ್‌ಗೆ ಮರಳಿದ ನಂತರ ಕೈಗೊಂಡ ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳೋಣ.

ನೀವು ನಿಮ್ಮ ಪಿಎಚ್‌ಡಿ ಅಧ್ಯಯನವನ್ನು ೧೯೫೭ರಲ್ಲಿ ಆರಂಭಿಸಿದಿರಲ್ಲವೇ?

ಆರ್.ಎನ್.: ಹೌದು.

೧೯೫೭ರಲ್ಲಿ ಸ್ಪುಟ್ನಿಕ್ ಕೂಡ ಉಡಾವಣೆಯಾಗಿತ್ತು. ಕ್ಯಾಲ್ಟೆಕ್‌ನಲ್ಲಿ ಆಗಿನ ವಾತಾವರಣ ಹೇಗಿತ್ತು? ಏಕೆಂದರೆ ಇದು ಸ್ಪೇಸ್ ರೇಸ್ ಎನ್ನುವ ಸ್ಪರ್ಧೆಯ ಆರಂಭವಾಗಿತ್ತಷ್ಟೆ. ಈ ಉಡಾವಣೆ ಅಲ್ಲಿ, ಅಂದರೆ ನೀವು ಪಿಎಚ್‌ಡಿ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದ ಕ್ಯಾಲ್ಟೆಕ್‌ನ ಪರಿಸರದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತಿದ್ದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ಮೇಲೆ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರಿತೇ?

ಆರ್.ಎನ್.: ಬೀರಿತ್ತು. ಈ ಉಡಾವಣೆ ಅಮೆರಿಕೆಯ ಮೇಲೆ ಗಾಢವಾದ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರಿತ್ತು. ನಿಜ ಹೇಳಬೇಕೆಂದರೆ, ನಾನು ಪಿಎಚ್‌ಡಿ-ಗೆ ನೋಂದಾಯಿಸಿಕೊಂಡ ವಾರದಲ್ಲಿಯೇ ಸ್ಪುಟ್ನಿಕ್ ಉಡಾವಣೆಯೂ ಆಗಿತ್ತು (ನಗು) ನಾನು ಅಲ್ಲಿಗೆ ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧ ಪ್ರವಾಹಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಲು ಹೋಗಿದ್ದೆ. ನಾನು ಶೋಧ ನಡೆಸಿದ ಮೊದಲ ಸಮಸ್ಯೆ ವಾಯುಚಲನೆಯ ಗದ್ದಲ ಕುರಿತಾಗಿತ್ತು. ಆ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಜೆಟ್ ಇಂಜಿನ್ನುಗಳ ಗದ್ದಲ ಬಹಳ ಇರುತ್ತಿತ್ತು. ಇದು ವೈಜ್ಞಾನಿಕವಾಗಿಯೂ, ತಾಂತ್ರಿಕವಾಗಿಯೂ ಒಂದು ಸ್ವಾರಸ್ಯಕರ ಸಮಸ್ಯೆಯಾಗಿದ್ದರಿಂದ ಬಹಳಷ್ಟು ಚಟುವಟಿಕೆಯೂ ಈ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತಿದ್ದುವು.

This article was first published in Bhāvanā, the mathematics magazine, as Above the Clouds, Roddam Narasimha in Conversation and is translated and republished here with permission.

ಆದರೆ ರಷ್ಯನ್ನರು ಅಮೆರಿಕನ್ನರಿಗಿಂತ ಮೊದಲೇ ಉಪಗ್ರಹವೊಂದನ್ನು ಹಾರಿಸಿದ್ದರು ಎನ್ನುವುದು ಅಮೆರಿಕನ್ನರ ಮೇಲೆ ಗಾಢ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಬೀರಿತ್ತು. ನನಗೆ ಚೆನ್ನಾಗಿ ನೆನಪಿದೆ. ಸ್ಪುಟ್ನಿಕ್ ಉಡಾವಣೆ ಮಾಡಿದ್ದೇವೆ ಎಂದು ರಷ್ಯನ್ನರು ಪ್ರಕಟಿಸಿದ ದಿನ ಯಾರೂ ಅದನ್ನು ನಂಬಲಿಲ್ಲ. ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ತರಂಗಾಂತರದಲ್ಲಿ ಬೀಪ್ ಸದ್ದನ್ನು ಕೇಳಬಹುದು ಎಂದು ರಷ್ಯನ್ನರು ಹೇಳಿದ್ದರೂ ಅಲ್ಲಿ ಉಪಗ್ರಹ ಇದೆ ಎನ್ನುವುದಕ್ಕೆ ಅದು ಪುರಾವೆಯಲ್ಲ ಎನ್ನುವವರಿದ್ದರು. ಈ ಸದ್ದು ಎಲ್ಲಿಂದಬೇಕಿದ್ದರೂ ಕೇಳಿಸಬಹುದಲ್ಲ. ಉಪಗ್ರಹ-ದಿಂದಲೇ ಬಂದಿತೆಂದು ಹೇಗೆ ನಿರೂಪಿಸುತ್ತೀರಿ ಎಂದು ಹಲವು ಅಮೆರಿಕನ್ನರು ಕೇಳಿದ್ದೂ ಉಂಟು. ಕೊನೆಗೆ ರಷ್ಯನ್ನರು ಸ್ಪುಟ್ನಿಕ್ ಉಪಗ್ರಹವು ಬೇರೆಬೇರೆ ನಗರಗಳ ಕ್ಷಿತಿಜದಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟೆಷ್ಟು ಹೊತ್ತಿಗೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ ಎಂದು ವೇಳಾಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಬೇಕಾಯಿತು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಲಾಸ್ ಏಂಜಲೀಸ್‌ನ ಪಶ್ಚಿಮ ಕ್ಷಿತಿಜದಲ್ಲಿ ಸಂಜೆ ೬.೩೫ರ ವೇಳೆಗೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ ಎಂದು ಹೇಳಿದ್ದು

ಕ್ಯಾಲ್ಟೆಕ್‌ನ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ಆರ್.ಎನ್. ಕೃಪೆ: ರೊದ್ದಂ ನರಸಿಂಹ

ಆ ದಿನ ನನಗೆ ಚೆನ್ನಾಗಿ ನೆನಪಿದೆ. ಕ್ಯಾಲ್ಟೆಕ್‌ನಲ್ಲಿದ್ದ ಎಲ್ಲರೂ, ಅದರ ಅಧ್ಯಕ್ಷರಿಂದ ಹಿಡಿದು ಕಸಗುಡಿಸುವವರವರೆಗೆ ಎಲ್ಲರೂ ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಈ ಪುಟ್ಟ ಚುಕ್ಕೆ ಓಡಾಡುತ್ತಿರುವುದು ಕಾಣುತ್ತದೆಯೋ ಎಂದು ಕೇಳುತ್ತಿದ್ದರು. ಎಲ್ಲ ಕಟ್ಟಡಗಳ ಟೆರೇಸುಗಳೂ ಜನರಿಂದ ತುಂಬಿದ್ದುವು. ಎಲ್ಲೆಲ್ಲೂ ಜನರೇ ಜನರು. ಅನಂತರ ರಷ್ಯನ್ನರು ಪ್ರಕಟಿಸಿದ ವೇಳೆಯಲ್ಲಿ ಸರಿಯಾಗಿ ಅದು ಕ್ಷಿತಿಜದಲ್ಲಿ ಕಂಡಿತು. ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಕಾಣುವಂತೆಯೇ ಚಲಿಸುತ್ತಿತ್ತು; ಅದು ವೇಗವಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿದ್ದರೂ ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದುದರಿಂದ ಹಾಗೆನಿಸುತ್ತಿತ್ತು.

ಸ್ಪುಟ್ನಿಕ್‌ಅನ್ನು ಎಲ್ಲರೂ ನೋಡಿದರು. ರಾತ್ರೋ ರಾತ್ರಿ ಅಮೆರಿಕೆ ಬದಲಾಯಿತು. ಈಗ ಅಮೆರಿಕನ್ನರಿಗೆ ರಷ್ಯನ್ನರು ಹೇಳಿದಂತೆಯೇ ಮಾಡಿದ್ದಾರೆ ಎನ್ನುವುದು ಖಚಿತವಾಯಿತು. ಇದೇ

This article was first published in Bhāvanā, the mathematics magazine, as Above the Clouds, Roddam Narasimha in Conversation and is translated and republished here with permission.

ಅನುಭವ ಬೇರೆ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಆಗಿರಬೇಕು. ಇದೊಂದು ಮಹಾ ತಿರುವು. ಏಕೆಂದರೆ ಅಮೆರಿಕನ್ನರು ಇದು ತಮಗೊಂದು ಸವಾಲು ಎಂದು ಭಾವಿಸಿದರು. ಹೀಗಾಗಿ, ಅವರು ವ್ಯೋಮಯೋಜನೆಯೊಂದನ್ನು ಆರಂಭಿಸಲು ತಕ್ಷಣವೇ ಅಣಿಯಾದರು.

ನಾನು ಮೆಚ್ಚಿದ ವಿಷಯ ಎಂದರೆ ಇದಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ಅವರು ಎಷ್ಟು ಕ್ಷಿಪ್ರವಾಗಿ ಮಾಡಿದರು ಎಂಬುದು. ವೈಮಾನಿಕವಿಜ್ಞಾನ ಕುರಿತ ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ಬಜೆಟಿನಲ್ಲಿ ಕಡಿತ ಮಾಡಿದರು. ವೈಮಾನಿಕ ಯೋಜನೆಗಳಿಗೆ ಬರುತ್ತಿದ್ದ ಬೃಹತ್ ಧನಸಹಾಯ ಕುಗ್ಗಿಹೋಯಿತು. ಅದರ ಬಹುಪಾಲು ಅಂಶವನ್ನು ವ್ಯೋಮಯೋಜನೆಯ ಸಿದ್ಧತೆಗೆಂದು ತೆಗೆದಿಟ್ಟರು. ಹಲವು ವಿಭಾಗಗಳ ಸಂಶೋಧನಾ ಯೋಜನೆಗಳು ಬದಲಾದುವು. ವೈಮಾನಿಕ ಸಂಶೋಧನೆಯ ವಿಭಾಗಗಳು ವೈಮಾನಿಕ ಹಾಗೂ ವ್ಯೋಮಯಾನ ಸಂಶೋಧನೆಯ ವಿಭಾಗಗಳಾದುವು. ಹೊಸ, ಹೊಸ ಸಮಸ್ಯೆಗಳ ಕಡೆ ಗಮನಹರಿಯಿತು.

ಸ್ಪುಟ್ನಿಕ್‌ಅನ್ನು ಎಲ್ಲರೂ ನೋಡಿದರು. ರಾತ್ರೋರಾತ್ರಿ ಅಮೆರಿಕೆ ಬದಲಾಯಿತು

ನಾನು ಜೆಟ್ ಇಂಜಿನ್ನಿನ ಗದ್ದಲದ ಸಮಸ್ಯೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸಿದೆ. ಎಂಐಟಿಯಿಂದ ಬಂದ ಪ್ರೊಫೆಸರ್ ಎರಿಕ್ ಎಲ್ ಮೋಲೋಕ್ರಿಸ್ಟೆನ್ಸನ್ ಹಾಗೂ ನನ್ನ ಮಾರ್ಗದರ್ಶಿ ಹ್ಯಾನ್ಸ ಲೀಪ್‌ಮನ್ರ ಜೊತೆಗೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡಿದ್ದೆ. ಈ ಸಂಶೋಧನೆಯನ್ನು ಮುಗಿಸಿ, ಒಂದು ಪ್ರಬಂಧವನ್ನು ಬರೆದು ಪ್ರಕಟಣೆಗೆ ಸಲ್ಲಿಸಿದ್ದೂ ಆಯಿತು. ಅದು ಜರ್ನಲ್ ಆಫ್ ಫ್ಲುಯಿಡ್ ಮೆಕ್ಯಾನಿಕ್ಸ್ ಪತ್ರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟವಾಯಿತು. ನನ್ನ ಮಾರ್ಗದರ್ಶಿಯಂತೂ ಅದನ್ನೇ ಪಿಎಚ್‌ಡಿ ಪ್ರಬಂಧವನ್ನಾಗಿ ಸ್ವೀಕರಿಸಲು ಸಿದ್ಧವಿದ್ದರು. ನಾನು ಆಗ ಅಲ್ಲಿ ಹೋಗಿ ಒಂದೂವರ್ಷ ಕಳೆದಿತ್ತೇನೋ. ಅಷ್ಟು ಅಲ್ಪಾವಧಿಯಲ್ಲಿ ನಾನು ಅಲ್ಲಿಗೆ ಕಲಿಯಬೇಕೆಂದು ಹೋದದ್ದನ್ನು ಕಲಿತಿರಲಿಲ್ಲ. ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಮಾಡಲು ಕಷ್ಟವಾದಂಥವನ್ನು ಅಲ್ಲಿ ಮಾಡಬೇಕು ಎನ್ನುವುದು ನನ್ನ ಇಚ್ಛೆಯಾಗಿತ್ತು.

ಜೆಟ್ ಗದ್ದಲದ ಸಂಶೋಧನೆ ಸ್ವಾರಸ್ಯಕರವಾದ ಸಮಸ್ಯೆಯೇನೋ ಹೌದು. ಆದರೆ ಅದು ಅಷ್ಟೊಂದು ಸವಾಲಿನದಾಗಿರಲಿಲ್ಲ. ಹೀಗಾಗಿ “ನೋಡು. ನೀನು ಬೇಕಿದ್ದರೆ ಇದರ ಮೇಲೆಯೇ ನಿನ್ನ ಪಿಎಚ್‌ಡಿ ಪ್ರಬಂಧ ಬರೆದು ಬಿಡು. ಆಮೇಲೆ ಡಾಕ್ಟರೇಟು ನಂತರದ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕಾಗಿ

This article was first published in Bhāvanā, the mathematics magazine, as Above the Clouds, Roddam Narasimha in Conversation and is translated and republished here with permission.

ಉಳಿಯುಕೊಳ್ಳುವೆಯಂತೆ," ಎಂದು ಲೀಪ್‌ಮನ್ ಹೇಳಿದಾಗ ನನಗೆ ಅಚ್ಚರಿಯಾಗಿತ್ತು. "ಇಲ್ಲ. ನನಗೆ ಇನ್ನೂ ಕಲಿಯುವುದಿದೆ. ಇನ್ನೂ ಕೆಲಸ ಮಾಡಬೇಕು," ಎಂದು ನಾನು ಉತ್ತರಿಸಿದ್ದೆ. ಆ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಅವರು ಲಘುಸಾಂದ್ರ ಅನಿಲಗಳ ಚಲನೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಸಂಶೋಧನೆ ಆರಂಭಿಸುವವರಿದ್ದರು. ಇದು ವ್ಯೋಮಸಂಶೋಧನೆಯು ಅಲ್ಲಿಗೆ ಕಾಲಿಟ್ಟ ಫಲವಾಗಿತ್ತು.

ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ನೂರಾರು ಕಿಲೋಮೀಟರು ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ಇರುತ್ತವೆ. ಅಲ್ಲಿ ನಾವು (ಅನಿಲಗಳ ಚಲನೆಯನ್ನು ತಿಳಿಯಲು) ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಬಳಸುವ ನೇವಿಯರ್-ಸ್ಟೋಕ್ಸ್ ಸಮೀಕರಣಗಳು ಅನ್ವಯವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಇಂತಹ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಬೋಲ್ಟ್‌ಸ್‌ಮನ್ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಇದ್ದಕ್ಕಿದ್ದ ಹಾಗೆ ಎಲ್ಲರಿಗೂ ಈ ಸಮೀಕರಣದಲ್ಲಿ ಆಸಕ್ತಿ ಹೆಚ್ಚಿಬಿಟ್ಟಿತು. ಇದರ ಬಗ್ಗೆಯೇ ಅಷ್ಟಿಷ್ಟು ಕೆಲಸವನ್ನು ಕೆಲವು ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದುದರಿಂದ ಇದು ಹೊಸ ಸಂಗತಿಯೇನೂ ಆಗಿರಲಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಅದಕ್ಕೆ ಇದ್ದ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯ ಮಾತ್ರ ಬಲು ವೇಗವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಿತು.

ನನಗೆ ಮಾರ್ಗದರ್ಶಿಯಾಗಿದ್ದ ಹ್ಯಾನ್ಸ್ ಲೀಪ್‌ಮನ್ ವಾಸ್ತವಾಗಿ ಒಬ್ಬ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿ. ಅವರಿಗೆ ಈ ಬೋಲ್ಟ್ಸ್‌ಮನ್ ಸಮೀಕರಣಗಳು ಹೊಸತೇನಾಗಿರಲಿಲ್ಲ. ಈಗ ತಾನು ನೇರವಾಗಿ ತರಬೇತಿ ಪಡೆದಿದ್ದ ಈ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಏನನ್ನಾದರೂ ಸಾಧಿಸುವ ಅವಕಾಶ ಒದಗಿ ಬಂದಿದೆ ಎಂದು ಅವರು ಮನಗಂಡರು. ಅಂದ ಹಾಗೆ ಅವರ ಗುರುಗಳಲ್ಲಿ ಒಬ್ಬರಾದ ಎಡ್ಗರ್ ಮೆಯರ್ ಲುಡ್ವಿಗ್ ಬೋಲ್ಟ್ಸ್‌ಮನ್‌ರ ಶಿಷ್ಯರೂ ಆಗಿದ್ದರು.

ಹೀಗಾಗಿ ಲೀಪ್‌ಮನ್ ಲಘುಸಾಂದ್ರ ಅನಿಲಗಳ ಚಲನೆಯ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆಂದೇ ಒಂದು ಸಂಶೋಧನಾ ಯೋಜನೆಯನ್ನು ಹಮ್ಮಿಕೊಳ್ಳಲು ತೀರ್ಮಾನಿಸಿದರು. ನಾನು ಆ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುವೆ ಎಂದು ಹೇಳಿದೆ. ರಂಧ್ರವೊಂದರ ಮೂಲಕ ಅನಿಲಗಳು ಹರಿಯುವ ಬಗೆಯನ್ನು ಅಳೆಯುವ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಆತ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದರು. ಈ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಸರಣಿಯಲ್ಲಿ ನೇವಿಯರ್-ಸ್ಟೋಕ್ಸ್ ಹಾಗೂ ಆಯ್ಲರ್ನ ಸಮೀಕರಣಗಳು ಒಪ್ಪುತ್ತಿದ್ದ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ, ಅವು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಅಸಮಂಜಸವೆನ್ನುವ ಪ್ರಯೋಗಗಳೂ ಇದ್ದುವು. ಒಂದು ಪುಟ್ಟ ಉಪಕರಣವನ್ನು ಬಳಸಿಯೇ ಈ ಎಲ್ಲ ಸಮೀಕರಣಗಳ ಶ್ರೇಣಿಯನ್ನೂ ಆತ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಿದ್ದರು. ಅವು ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ಪ್ರಯೋಗಗಳಾಗಿದ್ದುವು. (ನಗು)

This article was first published in Bhāvanā, the mathematics magazine, as Above the Clouds, Roddam Narasimha in Conversation and is translated and republished here with permission.

ಹೀಗೆ ಅವರು ಅಳತೆಮಾಡಿ ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನ ಹರವಿನಲ್ಲಿ ಫಲಿತಾಂಶಗಳನ್ನು ಪಡೆದಿದ್ದರು. ಇವೆಲ್ಲವೂ ಆಯ್ಲರ್ನ ನಿಯಮಗಳಿಗೆ ಒಪ್ಪುತ್ತಿದ್ದುವು. ಇನ್ನೊಂದು ತುದಿಯಲ್ಲಿ ಅವು ಡೇನಿಷ್ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಮಾರ್ಟಿನ್ ನಡ್ಸನ್ ಊಹಿಸಿದಂತೆಯೂ ಇದ್ದುವು. ಇವೆರಡರ ನಡುವೆ ಇದ್ದ ಫಲಿತಾಂಶಗಳೆಲ್ಲವೂ ಹೊಸತಾಗಿದ್ದು, ಅವನ್ನು ವಿವರಿಸುವ ಯಾವ ಸಮೀಕರಣಗಳೂ ಇರಲಿಲ್ಲ. ಆದ್ದರಿಂದ ನಾನು ಈ ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನ ಹರವಿನ ಮುಕ್ತ-ಅಣುಗಳ ಎಡೆಯಲ್ಲಿ ಏನಾದರೂ ಮಾಡಬಹುದೋ ಎಂದು ಪ್ರಯತ್ನಿಸುತ್ತೇನೆ ಎಂದೆ. ಮುಕ್ತ ಎಂದರೆ ಹೆಚ್ಚೂ ಕಡಿಮೆ ಮುಕ್ತವಾದ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ ಎನ್ನಬಹುದು.

ಅವು ಗಣಕಯುಗದ ಆರಂಭದ ದಿನಗಳು. ಕ್ಯಾಲ್ಟೆಕ್‌ನಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕಂಪ್ಯೂಟರು ಇತ್ತು. ಆದರೆ ಅದನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಬಳಸುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ನಿಜ ಹೇಳಬೇಕೆಂದರೆ ಕ್ಯಾಲ್ಟೆಕ್‌ನ ಕೆಲವು ಹಿರಿಯ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಕಂಪ್ಯೂಟರು ಬಳಸುವುದನ್ನು ಒಪ್ಪುತ್ತಲೇ ಇರಲಿಲ್ಲ. ಅದರಿಂದ ನಮ್ಮ ವಿಶ್ಲೇಷಣಾ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ ಎನ್ನುತ್ತಿದ್ದರು. (ನಗು)

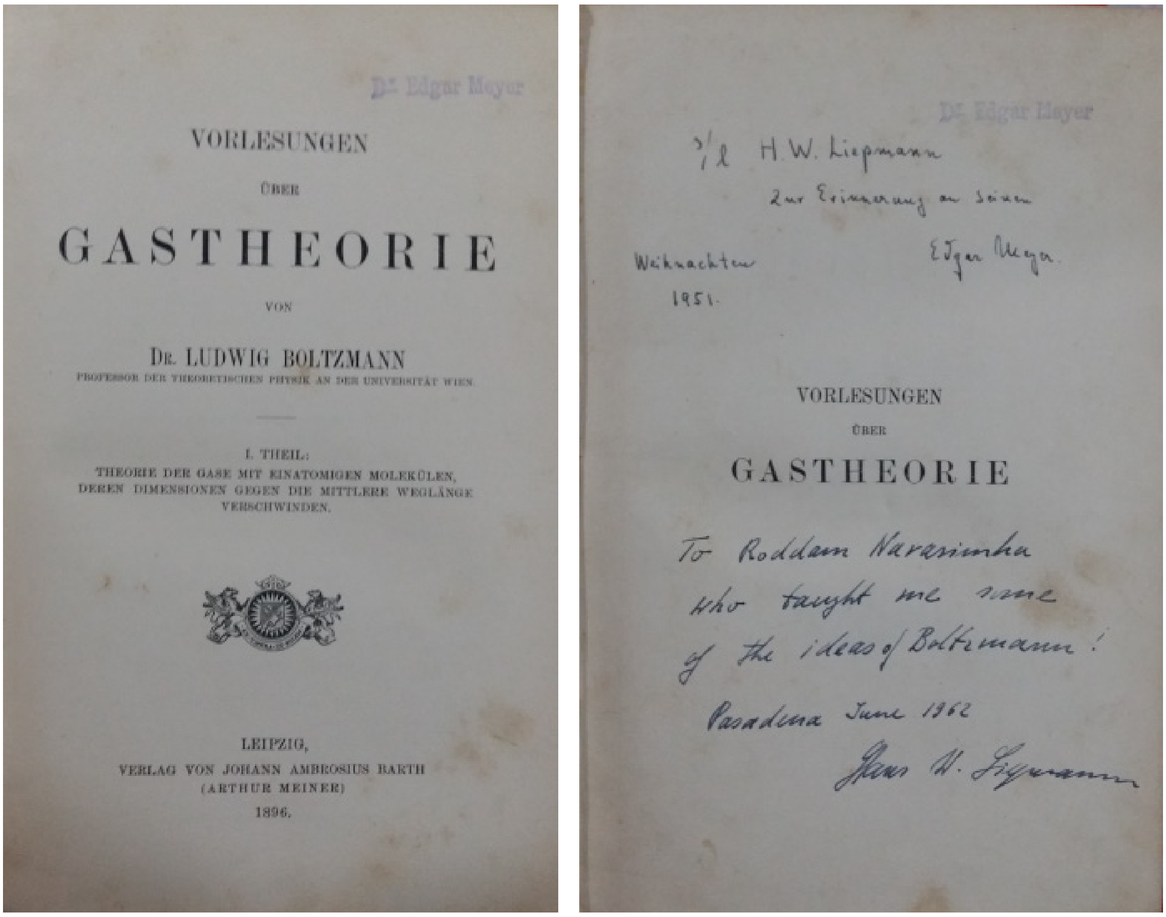
ಲಘುಸಾಂದ್ರ ಅನಿಲ ಚಲನೆ ಮತ್ತು ಬೋಲ್ಟ್ಸ್ಮನ್ ಸಮೀಕರಣ

ಆ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಪ್ಯಾಕೋ ಲಾಗಸ್ಟ್ರೋಮ್ ಅವರು ಕ್ಯಾಲ್ಟೆಕ್‌ನಲ್ಲಿ ಇದ್ದರೇ?

ಆರ್.ಎನ್.: ಹೌದು. ಲಾಗಸ್ಟ್ರೋಮ್ ಅವರು ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯಲ್ಲಿ ನಿಜಕ್ಕೂ ಪ್ರಚಂಡರು. ಕಂಪ್ಯೂಟರುಗಳಿಂದಾಗಿ ನಮ್ಮ ವಿಶ್ಲೇಷಣಾ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಕುಗ್ಗಬಹುದು, ಜನರು ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯ ಮೂಲಕ ಒಳ್ಳೆಯ ಫಲಿತಾಂಶಗಳನ್ನು ಪಡೆಯುವುದನ್ನೇ ಮರೆಯಬಹುದು ಎಂದು ಹೇಳುತ್ತಿದ್ದವರಲ್ಲಿ ಅವರೂ ಒಬ್ಬರು. ಇವರು ತಪ್ಪೇನೂ ಹೇಳಲಿಲ್ಲ ಬಿಡಿ. ಈಗ ಹಾಗೇ ಆಗಿದೆ. ಅಂದರೆ ೧೯೫೦ ಮತ್ತು ೬೦ರ ದಶಕಗಳಲ್ಲಿ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದಂತಹ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಗಳನ್ನು ಮಾಡುವವರು ಕಡಿಮೆಯಾಗಿದ್ದಾರೆ. ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯ ವಿಧಾನಗಳಲ್ಲಿ ಸುಧಾರಣೆ ಆಗಿದೆಯಾದರೂ, ಕಂಪ್ಯೂಟರು ಬಳಕೆ ಬರುವವರು ಸ್ವತಃ ವಿಶ್ಲೇಷಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಹಿಂಜರಿಯುತ್ತಾರೆ. ಇಂಜಿನಿಯರುಗಳಂತೂ ಮಾಡುವುದು ಹೀಗೆಯೇ. ಗಣಕಯಂತ್ರಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ ಸುಲಭವಾಗಿ ಫಲಿತಾಂಶಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದಾಗಿರುವಾಗ, ಅಂದಾಜಿನ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರಗಳು ಯಾಕೆ ಬೇಕು ಅಲ್ಲವೇ? ನಾನು ವೈಮಾನಿಕ ವಿಜ್ಞಾನದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯಾಗಿ ಕಲಿತ ಅಂದಾಜು ವಿಶ್ಲೇಷಣಾ ವಿಧಾನಗಳು ಈಗ ಉಪಯೋಗಕ್ಕೆ ಬರುವುದಿಲ್ಲ (ನಗು). ಒಂದು ಗುಂಡಿ ಒತ್ತಿದರೆ ಸಾಕು. ಅವೆಲ್ಲ ಫಲಿತಾಂಶಗಳು ಸಿಗುತ್ತವೆ.

This article was first published in Bhāvanā, the mathematics magazine, as Above the Clouds, Roddam Narasimha in Conversation and is translated and republished here with permission.

೧೯೫೦ ಮತ್ತು ೬೦ರ ದಶಕಗಳಲ್ಲಿ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದಂತಹ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಗಳನ್ನು ಮಾಡುವವರ ಸಂಖ್ಯೆ ಕಡಿಮೆ ಆಗಿದೆ.



ಬೋಲ್ಟ್ಸ್‌ಮನ್‌ನ, *Vorlesungen Über Gastheorie*, ಎನ್ನುವ ಪುಸ್ತಕ. ಇದು ಎಡ್ಗರ್ ಮೆಯರ್ ಅವರಿಂದ ಹ್ಯಾನ್ಸ್ ಲೀಪ್‌ಮನ್ನಿಗೆ ದಾಟಿ ಅನಂತರ ಆರ್.ಎನ್. ಕೈ ಸೇರಿತ್ತು.

ಕೃಪೆ: ರೊದ್ದಂ ನರಸಿಂಹ

ಕ್ಯಾಲ್ಟೆಕ್‌ನಲ್ಲಿ ಕಳೆದ ಆ ವರ್ಷಗಳೇ ಗಣಕಯುಗದ ಆರಂಭವೂ ಆಗಿದ್ದುವು. ನಾನು ಆ ಮುಕ್ತ-ಅಣುಗಳ ಚಲನೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಪಾರಂಪರಿಕ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರ ವಿಧಾನಗಳನ್ನೇ ಬಳಸಿದ್ದೆ. ನನಗೆ ನಾನು ಸರಿಯಾಗಿಯೇ ಅಂದಾಜಿಸುತ್ತಿದ್ದೇನೆ ಎನಿಸುತ್ತಿತ್ತು. ಅಂದ ಹಾಗೆ ನಾನು ಬಳಸಿದ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರಗಳು ಬಿ.ಜಿ.ಕೆ. (ಭಟ್ನಾಗರ್, ಗ್ರಾಸ್ ಮತ್ತು ಕ್ರೂಕ್) ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಬಳಸಿದ್ದುವು. ಭಟ್ನಾಗರ್ ಯಾರೆಂದರೆ, ನಾನು ಭಾರತಕ್ಕೆ ಮರಳುವ ವೇಳೆಗಾಗಲೇ ಐಐಎಸ್‌ಸಿ--ಯಲ್ಲಿ ಅನ್ವಯಿಕ ಗಣಿತ ವಿಭಾಗ ಸ್ಥಾಪಿಸಿದ್ದವರು. ನಾನು ಕ್ಯಾಲ್ಟೆಕ್‌ನಲ್ಲಿ ಮುಂದುವರೆದು ನನ್ನ ಥೀಸೀಸಿಗಾಗಿ ಏನು

This article was first published in Bhāvanā, the mathematics magazine, as Above the Clouds, Roddam Narasimha in Conversation and is translated and republished here with permission.

ಮಾಡಬೇಕೆಂದಿದ್ದೇನೆ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ಲೀಪ್‌ಮನ್ ಬಳಿ ಹೋಗಿ ಹೇಳಿಕೊಂಡೆ. ಆತ “ಸರಿ. ಹಾಗೇ ಮಾಡು” ಎಂದರು. ನಾನು ಅಷ್ಟೇ ಮಾಡಿದ್ದು. ಅದೊಂದು ಸ್ವಾರಸ್ಯಕರವಾದ ಪ್ರಯೋಗವಾಗಿತ್ತು. ಅದನ್ನೂ ಪ್ರಬಂಧವಾಗಿ ಪ್ರಕಟಿಸಿದೆ. ಈಗ ನೋಡಿದರೆ ನಾನು ಈ ಕೆಲಸವನ್ನು ಬಹಳ ಅವಗಣಿಸಿದ್ದೆ ಎನಿಸುತ್ತದೆ. ನಾನು ಊಹಿಸಿದ್ದವುಗಳನ್ನೆಲ್ಲ ವಿವರವಾಗಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸಲು ಹೋಗಿರಲಿಲ್ಲ. ಅಷ್ಟೇ ಸಾಕು ಎನಿಸಿತ್ತು. ಹಾಗಾಗಿ ಒಂದು ಪುಟ್ಟ ಟಿಪ್ಪಣಿಯನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಿದ್ದೆ.

ಅನಂತರ ಅದೇ ವರ್ಷ ಲಘುಸಾಂದ್ರ ಅನಿಲಚಲನೆಯ ಕುರಿತೇ ಒಂದು ಅಂತಾರ್‍ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಸಮ್ಮೇಳನ ಇದೆ ಎನ್ನುವುದು ಗೊತ್ತಾಯಿತು. ನಾನು ಅಲ್ಲಿಗೆ ಹೋಗಲು ಯಾವುದೇ ಪ್ರಬಂಧವನ್ನೂ ಸಲ್ಲಿಸಿರಲಿಲ್ಲ. ಆದರೂ ಅಲ್ಲೇನು ನಡೆಯುತ್ತಿದೆ ಎಂದು ನೋಡಲು ಹೋದೆ. ಅದಕ್ಕೆ ನಾನು ನೋಂದಾಯಿಸಿಕೊಂಡೂ ಇರಲಿಲ್ಲ. ಅಲ್ಲಿ ಸಭಾಂಗಣಕ್ಕೆ ಹೋಗಿ ನೋಡುತ್ತೇನೆ, ಅಲ್ಲಿ ದೊಡ್ಡ ಹಿರಿಯವ್ಯಕ್ತಿಯೊಬ್ಬ ಕೇಳುಗರಿಗೆ ‘ನರಸಿಂಹ ತಪ್ಪಿದ್ದಾನೆ’ ಎನ್ನುತ್ತಿರುವುದನ್ನು ಕೇಳಿ ಗಾಬರಿಯಾಯಿತು (ನಗು).

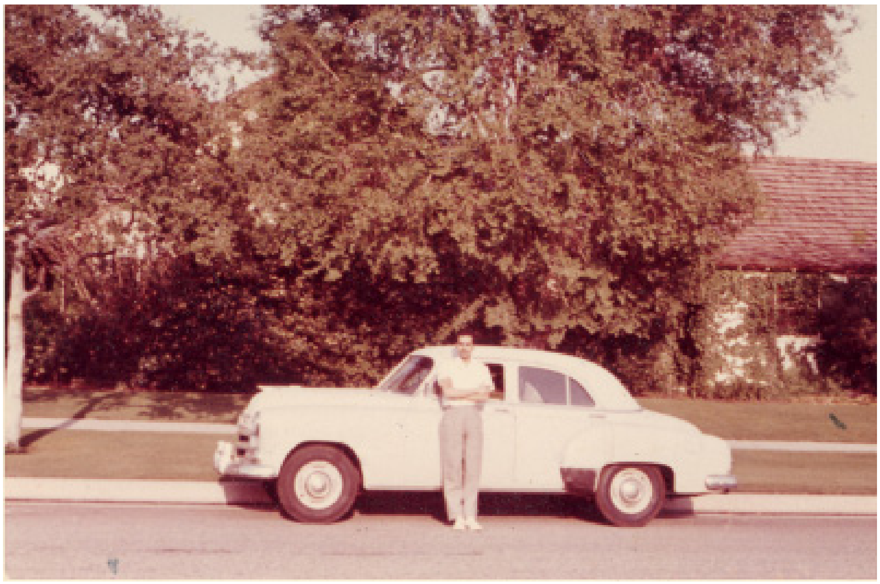
ಈ ಸಮ್ಮೇಳನ ಕ್ಯಾಲ್ಟೆಕ್‌ನಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತಿತ್ತಾ?

ಆರ್.ಎನ್.: ಕ್ಯಾಲ್ಟೆಕ್‌ನಲ್ಲಿ ಅಲ್ಲ. ಅದು ಬರ್ಕ್ಲಿಯಲ್ಲಿ ಇತ್ತು. ನಾನೊಬ್ಬನೇ ಅಲ್ಲಿಗೆ ಹೋಗಿದ್ದೆ. ಆಗ ನನ್ನ ಬಳಿ ಒಂದು ಕಾರು ಇತ್ತು.

ನಾನು ಸಂಪೂರ್ಣ ನಾಶವಾದಂತೆನಿಸಿತು. ತಕ್ಷಣವೇ ಕಾರಿನಲ್ಲಿ ವಾಪಸಾಗಿ (ನಗು) ಲೀಪ್‌ಮನ್‌ಗೆ ಇಂತಿಂಥವರು ನನ್ನ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರಗಳು ತಪ್ಪು ಎನ್ನುತ್ತಿದ್ದರು ಎಂದು ತಿಳಿಸಿದೆ. ಆತ ನನ್ನನ್ನೇ ಕೇಳಿದರು. “ನಿನಗೇನನ್ನಿಸುತ್ತದೆ. ಅವರು ಹೇಳಿದ್ದು ಸರಿಯೋ?” ಅದಕ್ಕೆ ನಾನು “ಇಲ್ಲ. ಆತ ನಾನು ಪರಿಗಣಿಸಿದ ಅಂದಾಜುಗಳನ್ನು ಸರಿಯಾಗಿ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಂಡಿಲ್ಲ,” ಎಂದೆ. ಅದಕ್ಕೆ ನನ್ನ ಮಾರ್ಗದರ್ಶಿ “ನೀನು ಒಂದು ಲೆಕ್ಕಮಾಡಿದ್ದೀ. ಈಗ ನಮ್ಮ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿರುವ ಗಣಿತಜ್ಞರ ಜೊತೆ, ಅದರ ಬಗ್ಗೆ ಚರ್ಚಿಸು,” ಎಂದು ಸಲಹೆ ನೀಡಿದರು. ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ಇಬ್ಬರು ಗಣಿತಜ್ಞರು ಇದ್ದರು. ಪ್ಯಾಕೋ ಲಾಗಸ್ಟ್ರೋಮ್ ಮತ್ತು ಜೂಲಿಯನ್ ಕೋಲ್. ನಾನು ಇಬ್ಬರ ಜೊತೆಗೂ ಚರ್ಚಿಸಿದೆ. ಸಾಕಷ್ಟು ಚರ್ಚೆಯ ನಂತರ ಇಬ್ಬರೂ ನಾನು ಮಾಡಿರುವ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರಗಳು ಸಮಂಜಸವಾಗಿವೆ ಎಂದು ಹೇಳಿದರು. ಹೀಗೆ ನನಗೆ ಇಬ್ಬರು ಒಳ್ಳೆಯ ಗಣಿತಜ್ಞರ ಬೆಂಬಲ ದೊರಕಿತು.

.

This article was first published in Bhāvanā, the mathematics magazine, as Above the Clouds, Roddam Narasimha in Conversation and is translated and republished here with permission.



ಆರ್.ಎನ್. ತಮ್ಮ ಕಾರಿನ ಜೊತೆಗೆ ಕೃಪೆ: ರೊದ್ದಂ ನರಸಿಂಹ

ಬರ್ಕ್ಲಿಯಲ್ಲಿ ಭಾಷಣ ಮಾಡಿದ್ದಾತ ಕೆಲವು ವಾರಗಳ ನಂತರ ಕ್ಯಾಲ್ಟೆಕ್‌ಗೆ ಬಂದ. ಆ ಬಗ್ಗೆ ನಮ್ಮೊಳಗೆ ಬಲು ವಿವರವಾಗಿ ಚರ್ಚೆಯೂ ನಡೆಯಿತು. ನನ್ನ ಬೆಂಬಲಕ್ಕೆ ಇಬ್ಬರು ಗಣಿತಜ್ಞರು ಇದ್ದದ್ದು ಹಾಗೂ ಆ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರಗಳ ಬಗ್ಗೆ ನಾನು ನೀಡಿದ ಸಮಜಾಯಿಷಿಯೂ ಆತ ಈ ಬಗ್ಗೆ ಇನ್ನೊಮ್ಮೆ ಚಿಂತಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಿತು. ನನ್ನ ಅದೃಷ್ಟ. ಆತ ತನ್ನ ಪ್ರಬಂಧವನ್ನು ಹಿಂತೆಗೆದುಕೊಂಡ. ವಾಸ್ತವಾಗಿ ಆಗಿದ್ದೇನೆಂದರೆ, ನನ್ನ ಟಿಪ್ಪಣಿ ಪ್ರಕಟವಾದ ನಂತರ ಆತ ಒಂದಿಷ್ಟು ಲೆಕ್ಕಾಚಾರ ಮಾಡಿದಾಗ ಬೇರೆಯೇ ಉತ್ತರ ಸಿಕ್ಕಿತ್ತು. ಇದು ನನಗೆ ಒಂದು ಪಾಠವಾಯಿತು. ಅನಂತರ ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಪ್ರಬಂಧವನ್ನು ಬರೆದೆ. ಬೋಲ್ಟ್ಸ್‌ಮನ್ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ಬಳಸುವ ನನ್ನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ಬಗ್ಗೆ ವಿಶ್ವಾಸ ಹೆಚ್ಚಿತು.

ಇದೇ ಕಾರಣವೋ ಕಂಪೆನಿಗಳ ಸಲಹೆಗಾರರ ನಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ನಿಮ್ಮ ಹೆಸರೂ ಮೂಡಿದ್ದು?

ಆರ್.ಎನ್.: ಅದಕ್ಕೇ ಇರಬೇಕು. ಜೊತೆಗೆ ಸ್ಪುಟ್ನಿಕ್ ಪ್ರಭಾವವೂ ಇತ್ತು. ಅದರಿಂದಾಗಿ ಅತ್ಯಲ್ಪಕಾಲದಲ್ಲಿ ಸಾಕಷ್ಟು ಖಾಸಗಿ ಕಂಪೆನಿಗಳು ಸ್ಥಾಪನೆಗೊಂಡವು. ಇವುಗಳಿಗೆ ಅದುವರೆಗೆ ಎದುರಿಸಿಲ್ಲದ ಫಿಸಿಕ್ಸ್ ಸಮಸ್ಯೆಗಳ ಕುರಿತು ನಾಸಾದಿಂದ ಗುತ್ತಿಗೆ ಕೆಲಸ ಸಿಗುತ್ತಿತ್ತು.

ಅಂದರೆ ಇವು ಅಂದಿನ ಸ್ಟಾರ್ಟಪ್ ಗಳ ರೀತಿ ಇದ್ದುವೆನ್ನಿ.

ಆರ್.ಎನ್.: ಹೌದು. ಇವೆಲ್ಲ ಆ ಯುಗದ ಸ್ಟಾರ್ಟಪ್‌ಗಳು. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಇವನ್ನು ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿಗಳೇ ನಡೆಸುತ್ತಿದ್ದರು.

This article was first published in Bhāvanā, the mathematics magazine, as Above the Clouds, Roddam Narasimha in Conversation and is translated and republished here with permission.

ಆ ಕಂಪೆನಿಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರೂ ಈಗಲೂ ಇದೆಯೋ?

ಆರ್.ಎನ್.: ಬಹುಶಃ ಇಲ್ಲ. ನಾಸಾದ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮಗಳು ಬಲು ವೇಗವಾಗಿ ಬೆಳೆದುವು. ಆ ಕಂಪೆನಿಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ದೊಡ್ಡದಾಗಿಯೂ ಬೆಳೆದುವು. ಸಲಹೆಗಾಗಿ ನನ್ನನ್ನು ಸಂಪರ್ಕಿಸಿದ್ದ ಕಂಪೆನಿಯು ಒಬ್ಬ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿ ಸ್ಥಾಪಿಸಿದ್ದಾಗಿತ್ತು.

ಲಘುಸಾಂದ್ರ ಅನಿಲಗಳ ಕುರಿತು ನಾನು ಸಾಕಷ್ಟು ಕೆಲಸ ಮಾಡಿದ್ದೆ. ಅದು ನನಗೆ ಬಹಳ ಖುಷಿ ತಂದಿತ್ತು.

ಅಂದಹಾಗೆ, ನಾನು ಹೇಳಿದ ಪ್ರಬಂಧಗಳು ಬೋಲ್ಟ್ಸಮನ್‌ನ ಸಮೀಕರಣದ ಇನ್ನೊಂದು ವಿಷಯಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ್ದುವು. ಅದು ಅಪ್ಪಟ ಗಣಿತ ವಿಷಯ. ಕೆಲವು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳಲ್ಲಿ ಮುಕ್ತ-ಅಣುಗಳ ಪ್ರವಾಹಗಳಲ್ಲಿ ನೇವಿಯರ್-ಸ್ಟೋಕ್ಸ್ ವಿಧಾನದ ಸಂಬಂಧಗಳು ಅಂತರ್ಗತವಾಗಿರುತ್ತವೆ ಎಂದು ಅದು ತೋರಿಸಿತ್ತು. ಅದು ಒಂದು ತಮಾಷೆಯ ವಿಷಯ. ಏಕೆಂದರೆ ಅಣುಗಳ ಮುಕ್ತ ಪ್ರವಾಹ, ಅವುಗಳ ನಿರಂತರ ಹರಿವಿಗಿಂತ ಬೇರೆ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ನಾನು ಅನಂತರ ಅರಿತೆ. ಅಲ್ಲಿಯೂ ಅಣುಗಳನ್ನು ನಾವು ಪರಿಗಣಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ನಿರ್ವಾತದಲ್ಲಿ ಮೋಡವೊಂದು ಹಿಗ್ಗಿದಾಗ, ಹುಟ್ಟುವ ಅಣುಗಳ ಹರಿವು, ವಿಭಿನ್ನ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳಿಂದಾಗಿ ಸ್ನಿಗ್ಧವೂ, ವಿದ್ಯುತ್ ವಾಹಕವೂ ಆಗುತ್ತದೆ. ಈ ಎರಡೂ ಗುಣಗಳೂ ಕಾಲವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿವೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಈ ಗುಣಗಳು ಆ ಅನಿಲದ ಗುಣಗಳಲ್ಲ. ಆದರೆ ಅನಿಲವು ಹಿಗ್ಗಲು ಆರಂಭಿಸಿ ಎಷ್ಟು ಕಾಲ ಕಳೆದಿದೆ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ಅವು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತವೆ.

ನಾನು ಸಲಹೆಗಾರನಾದ ವಿಷಯಕ್ಕೆ ಹಿಂದಿರುಗೋಣ. ಆ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಹೊಸದೊಂದು ಕಂಪೆನಿಯ ಅಧ್ಯಕ್ಷರು ನನಗೆ ಕರೆ ಮಾಡಿದರು. ನಾನೇನು ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದೇನೆ ಎಂದು ತಿಳಿಸಿದೆ. ಆತ ಅದರಲ್ಲಿ ಆಸಕ್ತಿ ತೋರಿದಾಗ ನಾನು ಇನ್ನೂ ಬರೆಯುತ್ತಿದ್ದ ಪ್ರಬಂಧದ ಕರಡನ್ನೇ ಅವರಿಗೆ ಕಳಿಸಿದೆ. ಅಷ್ಟಕ್ಕೇ ಆತ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯಾಗಿದ್ದರೂ ನನ್ನನ್ನು ಸಲಹೆಗಾರನನ್ನಾಗಿ ನೇಮಿಸಿಕೊಂಡ. ಏಕೆಂದರೆ ಆಗ ಬೋಲ್ಟ್ಸ್‌ಮನ್ ಸಮೀಕರಣಗಳ ಬಗ್ಗೆ ತಿಳಿದವರು ಬಹಳ ಜನರಿರಲಿಲ್ಲ. ಅನತಿ ಕಾಲದಲ್ಲಿಯೇ ಒಂದು ಪ್ರಬಂಧ ಪ್ರಕಟವಾಯಿತು.[೪]

This article was first published in Bhāvanā, the mathematics magazine, as Above the Clouds, Roddam Narasimha in Conversation and is translated and republished here with permission.

ಕೊನೆಗೆ ಇವೆಲ್ಲವನ್ನೂ ಒಟ್ಟಾಗಿಸಿ ಥೀಸೀಸ್ ಬರೆದು ಸಲ್ಲಿಸಿ ಪದವಿಯನ್ನು ಪಡೆದೆ.[ಋ] ಅಷ್ಟರಲ್ಲಿ ನಾಸಾದ ಅಂಗಸಂಸ್ಥೆಯಾದ ಜೆಟ್ ಪ್ರೊಪಲ್ಶನ್ ಲ್ಯಾಬೊರೇಟರಿ, ಜೆಪಿಎಲ್ ಕೂಡ ವ್ಯೋಮಸಂಶೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿತ್ತು. ಅದು ಕೂಡ ನನ್ನ ಕೆಲಸದಲ್ಲಿ ಆಸಕ್ತಿ ತೋರಿತು. ನಾನು ಸಲಹೆಗಾರನಾಗಿದ್ದ ಹಾಗೆಯೇ, ಆ ಕಂಪೆನಿಯಲ್ಲಿ ಸಲಹೆಗಾರನಾಗಿದ್ದ ಜೆಪಿಎಲ್‌ನ ವಿಜ್ಞಾನಿಯೊಬ್ಬರು ನನ್ನ ಬಳಿ ಬಂದರು. ನನ್ನ ಥೀಸೀಸಿನಲ್ಲಿ ನಾನು ಬಿ.ಜಿ.ಕೆ. ಮಾದರಿಯನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಆಘಾತ ತರಂಗ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬಹುದುಎಂದು ಬಲು ವಿಶ್ವಾಸದಿಂದ ಹೇಳಿದ್ದೆ. ಆದರೆ ಅದನ್ನು ಕಂಪ್ಯೂಟರು ಬಳಸಿ ಮಾಡಬೇಕಿತ್ತು.

ಅದು ಆಗಿನ ಬಲು ದೊಡ್ಡ ಸಮಸ್ಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದಾಗಿತ್ತು. ಏಕೆಂದರೆ ಆಘಾತ ತರಂಗಗಳನ್ನು ತೆರಪಿನ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಭಾವಿಸಲಾಗಿತ್ತು. ಆದರೆ ಅದು ಹಾಗಲ್ಲ. ದಪ್ಪ ಶೂನ್ಯವಾದ್ದರಿಂದ ಆಘಾತದ ಅಲೆಗಳು ವಾಸ್ತವದಲ್ಲಿ ತೆರಪಾಗಲಿಕ್ಕಿಲ್ಲ. ಬಹಳ ತೆಳ್ಳಗೆ ಅಂದರೆ ಅದು ಸಾಗುವ ಕನಿಷ್ಟತಮ ಹಾದಿಯ ಪ್ರಮಾಣದ ದಪ್ಪ ಇರುತ್ತದೆ. ಇದರ ಅರ್ಥವೇನೆಂದರೆ ಅವುಗಳ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ ಬೋಲ್ಟ್ಸ್ಮನ್ ಸಮೀಕರಣಗಳನ್ನೇ ಬಳಸಬೇಕು. ನೇವಿಯರ್-ಸ್ಟೋಕ್ಸ್ ಸಮೀಕರಣಗಳನ್ನಲ್ಲ. ನೇವಿಯರ್-ಸ್ಟೋಕ್ಸ್ ಸಮೀಕರಣಗಳನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡಂತಹ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರಗಳು ಇವೆಯಾದರೂ ಅವು ತೀವ್ರವಾದ, ಬಲವಾದ ಆಘಾತ ತರಂಗಗಳಿಗೆ ಸರಿಯುತ್ತರ ನೀಡವು.

ಆಘಾತ ತರಂಗಗಳ ರಚನೆ

ಆಘಾತ ತರಂಗಗಳು ಹುಟ್ಟುವ ಸಂದರ್ಭಗಳು ಯಾವುವು? ನೀವು ಸೂಪರ್‌ಸಾನಿಕ್ ಶಬ್ದಾತೀತವೇಗದ ಹಾರಾಟದ ಬಗ್ಗೆ ಹೇಳುತ್ತಿದ್ದೀರೋ, ಅಥವಾ ಬೇರೆ ಉದಾಹರಣೆಗಳೂ ಇವೆಯೋ?

ಆರ್.ಎನ್.: ಹಾಂ. ಸೂಪರ್‌ಸಾನಿಕ್ ಹಾರಾಟದ ಬಗ್ಗೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಕೇಳಿದ್ದೇವೆ. ಆದರೆ ಆಘಾತ ತರಂಗಗಳು ರಾಕೆಟ್ ಹಾಗೂ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಉಡಾವಣೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಉಂಟಾಗುತ್ತವೆ. ಸೂಪರ್‌ಸಾನಿಕ್ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಹಾರುತ್ತಿರುವ ಯಾವುದೇ ವಿಮಾನದ ರೆಕ್ಕೆಯ ಮುಂತುದಿ ಹಾಗೂ ಮೂತಿಯಲ್ಲಿ ಆಘಾತ ತರಂಗ ಇರುತ್ತದೆ, ಬೇರೆಡೆಯೂ ಇರಬಹುದು.

೧೯೪೭ರಲ್ಲಿ ಮೊದಲ ಸೂಪರ್ ಸಾನಿಕ್ ಹಾರಾಟ ಮಾಡಿದ್ದು ಚಾರ್ಲ್ಸ್ ಯೀಗರ್ ಅಲ್ಲವೇ?

This article was first published in Bhāvanā, the mathematics magazine, as Above the Clouds, Roddam Narasimha in Conversation and is translated and republished here with permission.

ಆರ್.ಎನ್.: ಹೌದು. ಅಷ್ಟರಲ್ಲಿ ಸೂಪರ್‌ಸಾನಿಕ್ ಹಾರಾಟ ಸಾಧ್ಯ ಎನ್ನುವುದು ಗೊತ್ತಿತ್ತು. ಅಂತಹ ವಿಮಾನಗಳು ನೆಲಕ್ಕೆ ಬೀಳುವುಂತಹ ಅಪಾಯಗಳು ಇಲ್ಲ ಎಂದೂ ಗೊತ್ತಿತ್ತು. ಯೀಗರ್ ಈ ಶಬ್ದವೇಗದ ಸೀಮೆಯನ್ನು ಮೀರಿ ಹಾರಾಡಿದ ಮೊದಲ ಮಾನವ. ಆದರೂ, ಆ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಈ ಸೂಪರ್‌ಸಾನಿಕ್ ವಿದ್ಯಮಾನವನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಂಡಂಥವರು ಹೆಚ್ಚು ಜನರಿರಲಿಲ್ಲ. ನಾನು ಅಮೆರಿಕೆಗೆ ಹೋಗುವ ವೇಳೆಗಾಗಲೇ ಸೂಪರ್‌ಸಾನಿಕ್ ಹಾರಾಟವು ಪದವಿಯ ಪಠ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಸೇರಿತ್ತು. ಆಗ ಅದೊಂದು ಹೊಸ ವಿಷಯ. ಆದರೆ ಬೋಲ್ಟ್‌ಸ್‌ಮನ್ ಸಮೀಕರಣಗಳು ಇನ್ನೂ ಅದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೊಸದಾಗಿದ್ದುವು. .

ಆಘಾತ ತರಂಗಗಳೊಳಗೆ ಏನಾಗುತ್ತಿರಬಹುದು ಎನ್ನುವ ಬಗ್ಗೆ, ಹಾಗೂ ಅದರ ಅಧ್ಯಯನಗಳಿಗೆ ಬೋಲ್ಟ್‌ಸ್‌ಮನ್ ಸಮೀಕರಣಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಬಗ್ಗೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಚರ್ಚೆಗಳು ನಡೆಯುತ್ತಿದ್ದುವು. ಕಂಪ್ಯೂಟರುಗಳು ಆಗಷ್ಟೆ ಬಂದಿದ್ದುವು. ಬೋಲ್ಟ್‌ಸ್‌ಮನ್ ಸಮೀಕರಣಗಳನ್ನು ಅನುಕರಿಸಿ ಗಣಿಸಿ, ಆಘಾತ ತರಂಗಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಅದೇನು ತಿಳಿಸುತ್ತದೆ ಎಂದು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡುವುದು ಒಂದು ಒಳ್ಳೆಯ ಸವಾಲು ಎಂದು ನಾನು ಭಾವಿಸಿದೆ. ಅಷ್ಟರಲ್ಲಾಗಲೇ ನನ್ನ ಥೀಸೀಸು ಅದು ಹೇಗೋ ಜೆಪಿಎಲ್ ಸೇರಿಬಿಟ್ಟಿತ್ತು. ಯಾರ್ಯಾರೋ ಅದನ್ನು ನೋಡಿದ್ದರು. ಜೆಪಿಎಲ್ಲಿನ ಈ ಮನುಷ್ಯ ನನ್ನ ಬಳಿ ಬಂದು "ನೀನು ಈ ಸಲಹೆ ನೀಡಿದ್ದೆಯಲ್ಲ. ನನ್ನ ಹತ್ತಿರ ಈಗ ದೊಡ್ಡ ಐಬಿಎಂ ಕಂಪ್ಯೂಟರು ಬಂದಿದೆ." ಎಂದ. ಅದು ಐಬಿಎಂ ೩೫೦ ಇರಬೇಕು. ಯಾವ ಮಾಡೆಲ್ ಎನ್ನುವುದು ಮರೆತುಹೋಗಿದೆ. ಆದರೆ ಅದು ಆಗಿನ ಕಾಲಕ್ಕೆ ಬಲು ದೊಡ್ಡ ಹಾಗೂ ಅಂತರಿಕ್ಷ ಯೋಜನೆಗಳಿಗೆ ಅವಶ್ಯಕವಾದ ಫಲಿತಾಂಶಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಬೇಕಾದಷ್ಟು ವೇಗದಲ್ಲಿ ಗಣಿಸುತ್ತಿದ್ದ ಕಂಪ್ಯೂಟರು. ಆತ ಬಂದು "ಆಘಾತ ತರಂಗ ರಚನೆ ಸಮಸ್ಯೆಯನ್ನು ನಮ್ಮ ಹೊಸ ಕಂಪ್ಯೂಟರಿನಲ್ಲಿ ಬಿಡಿಸಬಾರದೇಕೆ?" ಎಂದು ಕೇಳಿದ.

ಲೀಪ್‌ಮನ್ ಕೂಡ ಇದಕ್ಕೆ ಸಮ್ಮತಿಸಿದರು. ಆತನ ಬಳಿಗೆ ನನ್ನನ್ನು ಕಳಿಸಿದ್ದೇ ಲೀಪ್ಮನ್. ಹೀಗೆ ಕಂಪ್ಯೂಟರಿನಲ್ಲಿ ಕೆಲಸಮಾಡಿ, ಫಲಿತಾಂಶಗಳನ್ನು ಪಡೆದೆವು. ಇವು ಕೂಡ ಬಿ.ಜಿ.ಕೆ. ಸಮೀಕರಣಗಳೇ. ಅದು ಅಲ್ಲೇನಾಗುತ್ತಿದೆ ಎನ್ನುವುದರ ಸೂಚನೆ ನೀಡಿತು ಅಷ್ಟೆ. ಬೋಲ್ಟ್‌ಸ್‌ಮನ್ ಸಮೀಕರಣಗಳನ್ನು ಬಿಡಿಸುವಷ್ಟು ಅಂದಿನ ಕಂಪ್ಯೂಟರುಗಳು ಸಮರ್ಥವಾಗಿರಲಿಲ್ಲ.

This article was first published in Bhāvanā, the mathematics magazine, as Above the Clouds, Roddam Narasimha in Conversation and is translated and republished here with permission.

ಸ್ಪುಟ್ನಿಕ್ ನಿಮ್ಮ ಸಂಶೋಧನೆಯನ್ನು ಬಾಧಿಸಿತೇ ಎನ್ನುವ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಉತ್ತರ ಹೌದು. ನಾನು ಲಘುಸಾಂದ್ರ ಅನಿಲ ಚಲನೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡುವಂತೆ ಆಯಿತು. ಖುಷಿಯಾಗಿ ಮಾಡಿದೆ.

ಹೀಗೆ ಲಘುಸಾಂದ್ರ ಅನಿಲಚಲನೆ ಎನ್ನುವ ಹೊಸ ವಿಷಯದ ಬಗ್ಗೆ ಆರಂಭಿಸಿದ ಅಧ್ಯಯನಗಳನ್ನು ಐಐಎಸ್‌ಸಿ-ಗೆ ಸಿಬ್ಬಂದಿಯಾಗಿ ಮರಳಿದ ಮೇಲೆ ಮುಂದುವರೆಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತೇ? ಏಕೆಂದರೆ ಈ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರಗಳನ್ನು ಮಾಡಲು ಅತ್ಯಂತ ನವೀನ ಕಂಪ್ಯೂಟರುಗಳ ಅವಶ್ಯಕತೆ ಇತ್ತು ಎಂದು ಹೇಳಿದಿರಿ.

ಆರ್.ಎನ್.: ಹೌದು ಅವುಗಳ ಅವಶ್ಯಕತೆ ಇತ್ತು. .

ಐಐಎಸ್‌ಸಿ-ಯಲ್ಲಿ ಅವುಗಳು ಆ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಸಿಗುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ ಎಂದು ನನ್ನ ಅನಿಸಿಕೆ. .

ಆರ್.ಎನ್.: ನಿಜ. ಐಐಎಸ್‌ಸಿ- ಯಲ್ಲಿ ಆಗ ಕಂಪ್ಯೂಟರುಗಳು ಇರಲಿಲ್ಲ. .

ಆರ್.ಎನ್. ಮತ್ತು ಧವನ್ ಕೃಪೆ: ರೊದ್ದಂ ನರಸಿಂಹ

This article was first published in Bhāvanā, the mathematics magazine, as Above the Clouds, Roddam Narasimha in Conversation and is translated and republished here with permission.

ಕ್ಯಾಲ್ಟೆಕ್‌ನಿಂದ ಐಐಎಸ್‌ಸಿ-ಗೆ

ನಿಮ್ಮ ಆ ಆಸಕ್ತಿ ಹಾಗೆಯೇ ಮುಂದುವರೆಯಿತೇ? ಏಕೆಂದರೆ ಇರುವಂತಹ ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳನ್ನೇ ಬಳಸಿ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಪರಿಹಾರ ಕಂಡುಕೊಳ್ಳಲು ಆಗುವಂತಹ ಸವಾಲುಗಳನ್ನೇ ಕೈಗೆತ್ತಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಿದ್ದಿರಿ ಎಂದು ಕೇಳಿದ್ದೇವೆ. ನೀವು ಸತೀಶ್ ಧವನರ ಜೊತೆಗೆ ಕೈಗೆತ್ತಿಕೊಂಡ ಸಮಸ್ಯೆಯೂ ಅಂತಹದ್ದೇ ಆಗಿತ್ತೆ?

ಆರ್.ಎನ್.: ಹಾಂ. ಆಗ ಎರಡು ಸಂಗತಿಗಳಾದುವು. ನಾನು ಇಲ್ಲಿಗೆ ಬಂದಾಗ ಕಂಪ್ಯೂಟರುಗಳು ಇರಲಿಲ್ಲ. ಹಾಗಾಗಿ ಅಮೆರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಮಾಡಿದ ಕೆಲಸವನ್ನೇ ಇಲ್ಲಿ ಮಾಡಲು ಆಗಲಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಲಘುಸಾಂದ್ರ ಅನಿಲಚಲನೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಪರಿಹಾರ ಕಾಣದಿದ್ದ ಹಲವು ಸಮಸ್ಯೆಗಳಿದ್ದುವು. ಕೆಲವಕ್ಕೆ ಕೇವಲ ತಾತ್ತ್ವಿಕ ಪರಿಹಾರವಷ್ಟೆ ಸಾಕಿತ್ತು. ಕ್ಯಾಲ್ಟೆಕ್‌ನಲ್ಲಿ ನಾನು ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ ಆರಂಭಿಸಿದ್ದ ಆದರೆ ಮುಗಿಸಲಾಗದ ಸಮಸ್ಯೆ ಒಂದು ಇತ್ತು. ಅದು ಕೂಡ ಗಣಿತದ ಸಮಸ್ಯೆಯೇ![೬] [ನಗು] ನಾನು ಆ ಕೆಲಸವನ್ನೇ ಮುಂದುವರೆಸಿದೆ. ಜೊತೆಗೇ ನೀವು ಹೇಳಿದ ಹಾಗೆ ಬೇರೆಕಡೆ ಮಾಡದ ಕೆಲಸಗಳನ್ನು ಕೈಗೆತ್ತಿಕೊಳ್ಳುವುದರ ಜೊತೆಗೆ, ಇರುವ ಸವಲತ್ತುಗಳಿಂದಲೇ ಪರಿಹರಿಸಬಹುದಾದ ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನೂ ಕೈಗೆತ್ತಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಒಳ್ಳೆಯದು ಎಂದು ನಾನು ತೀರ್ಮಾನಿಸಿದೆ. ನಾನು ಹಾಗೆ ಮಾಡಲು ಕಾರಣ ಇಷ್ಟೆ. ಅಮೆರಿಕನ್ನರು ಪರಿಹರಿಸುತ್ತಿರುವ ಸಮಸ್ಯೆಯ ಮೇಲೆಯೇ ಕೆಲಸ ಆರಂಭಿಸಿದರೆ, ನಾವು ಅವರೊಟ್ಟಿಗೆ ಸ್ಪರ್ಧಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಅದು ಕೂಡ, ಅವರ ಬಳಿ ಇರುವ ಸವಲತ್ತುಗಳು ಇಲ್ಲದೆಯೇ.

ಹೇಳಬೇಕೆಂದರೆ ಅಷ್ಟರಲ್ಲಿ ನಾನು ಒಂದು ಪಾಠವನ್ನು ಕಲಿತಾಗಿತ್ತು. ಸ್ವಾರಸ್ಯಕರವಾದ, ಹಾಗೂ ಪರಿಹಾರಗಳು ಇಲ್ಲದ ಹಲವು ಪ್ರಮುಖ ಸಮಸ್ಯೆಗಳು ಇದ್ದೇ ಇರುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಅಮೆರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಹಲವು ವಿಭಿನ್ನ ಕಾರಣಗಳಿಗಾಗಿ ಯಾರೂ ಅದರ ಕಡೆಗೆ ಕೊಡಬೇಕಾದಷ್ಟು ಗಮನ ಕೊಡುವುದಿಲ್ಲ ಎನ್ನುವ ಪಾಠ. ಧವನರ ಜೊತೆಗೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡಿದ ಎರಡು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ನಾನು ಕಲಿತದ್ದು ಇದೇ ಪಾಠ. ಹೀಗೆ ನಮಗೆ ಮುಖ್ಯವೆನಿಸಿದ, ಪರಿಹಾರ ಬೇಕು ಎನ್ನಿಸುವಂತಹ ಹಾಗೂ ನಾವು ಭಾರತದಲ್ಲಿಯೇ ಪರಿಹಾರ ಹುಡುಕಲು ಸಾಧ್ಯವಿರುವ ಸಮಸ್ಯೆಗಳು ಬೇಕಾದಷ್ಟಿವೆ. ಅಂತಹ ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನು ಹೆಕ್ಕಬೇಕು. "ಕ್ಯಾಲ್ಟೆಕ್ ಇದನ್ನು ಮಾಡುತ್ತಿದೆ. ಅದಕ್ಕೇ ನಾನೂ ಅದನ್ನೇ ಮಾಡುತ್ತೇನೆ," ಅನ್ನುವುದಲ್ಲ. ಕ್ಯಾಲ್ಟೆಕ್ ಏನನ್ನು ಮಾಡುತ್ತಿಲ್ಲ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಂಡರೆ, ಅದನ್ನು ನೀವು ಇಲ್ಲಿ ಮಾಡಬಹುದು.

This article was first published in Bhāvanā, the mathematics magazine, as Above the Clouds, Roddam Narasimha in Conversation and is translated and republished here with permission.

ಕಳೆದ ಬಾರಿಯೇ ನಾನು ನಿಮಗೆ ಈ ಕಥೆ ಹೇಳಿದ್ದೆ. ನಾನು ಕ್ಯಾಲ್ಟೆಕ್ ಬಿಟ್ಟಾಗ, ನಾನು ಭಾರತಕ್ಕೆ ಮರಳಲಾರೆ ಎಂದು ಎಲ್ಲರೂ ಭಾವಿಸಿದ್ದರು. ಭಾರತಕ್ಕೆ ಮರಳಿ ಬಂದು ಕ್ಯಾಲ್ಟೆಕ್‌ನಲ್ಲಿ ನಾನು ಕೆಲಸ ಮಾಡಿದಂತಹ ಸಮಸ್ಯೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಅಧ್ಯಯನ ಕೈಗೊಳ್ಳುವುದು ಅಸಾಧ್ಯ ಎಂದುಕೊಂಡಿದ್ದರು. ನಾನು ಆಗಲೇ ತೀರ್ಮಾನ ಮಾಡಿಯಾಗಿತ್ತಲ್ಲ. ಹೀಗಾಗಿ ನಾನು ವಾಪಸು ಬಂದೆ. ಆದರೆ ಆ ತಾತ್ತ್ವಿಕ ಸಮಸ್ಯೆಯನ್ನು ಪೂರ್ತಿಗೊಳಿಸಿರಲಿಲ್ಲವಾದ್ದರಿಂದ ಅದರ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ ತೊಡಗಿದೆ. ನಾನು ಅಮೆರಿಕಕ್ಕೆ ವಾಪಸುಹೋಗಿದ್ದು ನಿಜ. “ನಿನ್ನ ಕಾರ್ಯ ಪೂರ್ತಿಯಾಗಿಲ್ಲ. ಇಲ್ಲಿಗೇ ವಾಪಸು ಬಂದುಬಿಡು. ಬೇಸಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಒಂದೆರಡು ತಿಂಗಳು ಇದ್ದು ಮುಗಿಸಿಬಿಡು.” ಎಂದು ಅವರು ಹೇಳಿದರು. ಹೀಗಾಗಿ ನಾನು ಅಮೆರಿಕೆಗೆ ವಾಪಸು ಹೋದೆ. ಆದರೆ ಅಲ್ಲಿಯೇ ಉಳಿಯುವುದಕ್ಕಲ್ಲ, ಕೇವಲ ಬೇಸಗೆಯ ರಜೆಯಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ. ಈ ಸಮಸ್ಯೆಗೆ ಪರಿಹಾರ ಅರ್ಧ ಕ್ಯಾಲ್ಟೆಕ್‌ನಲ್ಲಿ ಹಾಗೂ ಇನ್ನರ್ಧ ಬೆಂಗಳೂರಿನಲ್ಲಿ ಇದ್ದು ಮಾಡಿದ್ದಾಯಿತು. ಅಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಪ್ರಯೋಗಗಳು ನಡೆಯುತ್ತಿದ್ದುವು. ಅವುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಒಂದಿಷ್ಟು ಪಾಲ್ಗೊಂಡೆ.

ಐಐಎಸ್‌ಸಿ- ಸಂಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಹಲವು ಸ್ವಾರಸ್ಯಕರ ಅಧ್ಯಯನಗಳು ನಡೆಯುತ್ತಿದ್ದುವು. ಸಂಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಏನಾಗುತ್ತಿದೆ ಎನ್ನುವ ಅರಿವು ನನಗಿತ್ತು. ವಾಪಸು ಬಂದ ಕೂಡಲೇ ಇಲ್ಲಿ ಪರಿಹರಿಸಬಹುದಾದ ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನು ಕೈಗೆತ್ತಿಕೊಂಡೆ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ನಾನು ಈ ಮೊದಲು ಇಲ್ಲಿ ಮಾಡಿದ್ದ ಕೆಲಸಗಳು ಸೂಚಿಸಿದ್ದ ಸಮಸ್ಯೆಗಳು ಕೆಲವಿದ್ದುವು. ಇನ್ನು ಕೆಲವು ನಾನು ಇಲ್ಲಿಂದ ದೂರವಿದ್ದ ಆರೇಳು, ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಕೊಂಡಂಥವು.

ನಾನು ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧ ಪ್ರವಾಹಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಲು ತೀರ್ಮಾನಿಸಿದೆ. ಧವನರ ಜೊತೆಗೆ ಕಳೆದಿದ್ದ ಎರಡು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ನಾನು ಟ್ರಾನ್ಸಿಶನ್ಸ್ ಅಥವಾ ಸಂಕ್ರಮಣ ಎನ್ನುವದರ ಬಗ್ಗೆ ಕೆಲಸಮಾಡಿದ್ದೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಪ್ರವಾಹಗಳು ಪಟಲ-ಪ್ರವಾಹಗಳಾಗುವ ಸಮಸ್ಯೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ದ್ರವಗಳ ಹರಿವು ಪಟಲರೂಪದಿಂದ ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧತೆಯ ಕಡೆಗೆ ಸಾಗುತ್ತವೆ. ಪಟಲ-ಪ್ರವಾಹಗಳು ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧವಾಗುವಾಗ, ಒಮ್ಮೆ ಹೀಗಾದರೆ ಮರಳಿ ಪಟಲ-ಪ್ರವಾಹಗಳಾಗಲಾರವು ಎನ್ನುವುದು ಸಾಮಾನ್ಯ ಅಭಿಪ್ರಾಯವಾಗಿತ್ತು. ೧೯೫೦ರ ದಶಕದಲ್ಲಿ ಅಮೆರಿಕ ಮತ್ತು ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ನಡೆದ ಕೆಲವು ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧವಾಗಿರುವ ಪ್ರವಾಹಗಳೂ ಕೆಲವು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಮರಳಿ ಪಟಲ-ಪ್ರವಾಹಗಳಾಗುತ್ತಿರಬಹುದು ಎಂದು ಸೂಚಿಸಿದ್ದುವು. ಇದನ್ನು ರೀಲ್ಯಾಮಿನರೈಸೇಶನ್ ಅಥವಾ ಪುನಃಪಟಲೀಕರಣ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ಪುರಾವೆ ವಿರಳವಾಗಿದ್ದರಿಂದಲೋ,

This article was first published in Bhāvanā, the mathematics magazine, as Above the Clouds, Roddam Narasimha in Conversation and is translated and republished here with permission.

ಅಥವಾ ಸಾಕಷ್ಟು ವಿಶ್ವಾಸಾರ್ಹವಾಗಿಲ್ಲದಿದ್ದರಿಂದಲೋ ಏನೋ ಇದು ಅಮೆರಿಕದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಗಮನ ಸೆಳೆದಿರಲಿಲ್ಲ.

೧೯೬೨ರಲ್ಲಿ ನಾನು ಭಾರತಕ್ಕೆ ಮರಳಿದಾಗ, ಅವಗಣಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಈ ಸಮಸ್ಯೆ ನನಗೆ ಸ್ವಾರಸ್ಯಕರವೆನ್ನಿಸಿತು. ಹೀಗಾಗಿ ಇದನ್ನು ಅಧ್ಯಯನಮಾಡಲು ಯೋಜನೆ ಹಾಕಿದೆ. ಈ ಸಮಸ್ಯೆಯ ಕುರಿತು ಒಂದಿಷ್ಟು ಚಿಂತನೆಗಳು ಆಗಲೇ ನಡೆದಿದ್ದುವು. ಅದನ್ನು ಅಧ್ಯಯನಮಾಡಲು ಬೇಕಾದ ಪ್ರಾಥಮಿಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನೂ ಇಲ್ಲಿ ನಡೆಸಿದ್ದೆವು. ಹಾಗೆಯೇ ಅದರ ತತ್ತ್ವ ಕೂಡ. ಈ ತತ್ತ್ವ ಕಾಲಾಂತರದಲ್ಲಿ ಭದ್ರವಾಗಿ ನೆಲೆಯಾಗಿದೆ. ಇದು ಕೆ. ಆರ್. ಶ್ರೀನಿವಾಸನ್, ಕೆ.ಆರ್.ಎಸ್. ಅವರ ಥೀಸೀಸಿನ ವಿಷಯವಾಗಿತ್ತು.

ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧ-ಪ್ರವಾಹಗಳ ಪುನಃಪಟಲೀಕರಣ

ಓಹೋ. ಅವರ ಥೀಸೀಸು ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧ-ಪ್ರವಾಹಗಳ ಪುನಃಪಟಲೀಕರಣದ ಬಗ್ಗೆ ಇತ್ತೋ?

ಆರ್.ಎನ್.: ಅದು ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧ ಪ್ರವಾಹದ ಸೀಮೆಯ ಪದರಗಳಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ಪುನಃಪಟಲೀಕರಣದ ಬಗ್ಗೆ ಇತ್ತು. ಅದೊಂದು ಅದ್ಭುತವಾದ ಶೋಧ ಎನ್ನುವುದು ನನ್ನ ಅನಿಸಿಕೆ.

ಶ್ರೀನಿವಾಸನ್ ನಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲಿ ಬಲು ಪ್ರತಿಭಾಶಾಲಿ. ಆತನ ಶೈಕ್ಷಣಿಕ ದಾಖಲೆಗಳು ಬೆರಗುಗೊಳಿಸುತ್ತವೆ. ಎಲ್ಲ ಕಡೆಯೂ ಮೊದಲ ಸ್ಥಾನ ಗಳಿಸಿದ್ದ ಆತ ಸಂಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಮೊದಲ ಸ್ಥಾನವನ್ನೇ ಗಳಿಸಿದ್ದ. ನನ್ನ ಬಳಿ ಬಂದು “ಇಲ್ಲಿ ಪಿಎಚ್.ಡಿ. ಮಾಡಬೇಕೆಂದಿದ್ದೇನೆ,” ಎಂದಿದ್ದ. ಆ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ನನಗೆ ರೀಲ್ಯಾಮಿನರೈಸೇಶನ್ ಹಾಗೂ ಬೋಲ್ಟ್ಸ್‌ಮನ್ ಸಮೀಕರಣಗಳು ಆಸಕ್ತಿಯ ವಿಷಯಗಳಾಗಿದ್ದುವು. ಕೆಆರ್ಎಸ್-ಗೂ ಎರಡೂ ವಿಷಯಗಳಲ್ಲಿ ಆಸಕ್ತಿ ಇತ್ತಾಗಿ ಎರಡೂ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಅಧ್ಯಯನಮಾಡಲು ಆರಂಭಿಸಿದ! ಅವರಿಗೆ ಶ್ಯಾಮ್ ಮನೋಹರ್ ದೇಶಪಾಂಡೆಯೂ ಮಾರ್ಗದರ್ಶನ ಮಡುತ್ತಿದ್ದರು. ದೇಶಪಾಂಡೆಯವರ ಥೀಸೀಸು ಆಘಾತ ತರಂಗಗಳ ರಚನೆಗಳನ್ನು ಕುರಿತಾಗಿದ್ದು. ಆದರೆ ಬಿ.ಜಿ.ಕೆ. ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಅಲ್ಲ. ಬೋಲ್ಟ್ಸ್‌ಮನ್ ಸಮೀಕರಣಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಮಾಡಿದ್ದು.

This article was first published in Bhāvanā, the mathematics magazine, as Above the Clouds, Roddam Narasimha in Conversation and is translated and republished here with permission.

ಹೀಗಾಗಿ ಪುನಃಪಟಲೀಕರಣವನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವುದರಲ್ಲಿ ನಾವು ಸಾಕಷ್ಟು ಮುಂದುವರೆಯಬಹುದಾಯ್ತು. ನಿಜಕ್ಕೂ ಇದೊಂದು ಸ್ವಾರಸ್ಯಕರ ವಿಷಯ. ಅಮೆರಿಕ ಇದಕ್ಕೆ ಕೊಡಬೇಕಾದಷ್ಟು ಗಮನ ಕೊಡದೇ, ಬೋಲ್ಟ್ಸ್‌ಮನ್ ಸಮೀಕರಣಕ್ಕೆ ಹೆಚ್ಚು ಒತ್ತುಕೊಟ್ಟಿತ್ತು.

ಐಐಎಸ್‌ಸಿ-ಯ ಶತಮಾನೋತ್ಸವ ಸಮಾರಂಭದಲ್ಲಿ ಆರ್.ಎನ್. ಮತ್ತು ಕೆ.ಆರ್.ಎಸ್. ಕೃಪೆ: ರೊದ್ದಂ ನರಸಿಂಹ

ಶ್ರೀನಿವಾಸನ್ ನಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲಿ ಬಲು ಪ್ರತಿಭಾವಂತ.

ಬಹುಶಃ ವ್ಯೋಮ ಸಂಶೋಧನೆಗೆ ಆದ್ಯತೆ ನೀಡಿದ್ದರಿಂದ ಇರಬಹುದು.

ಆರ್.ಎನ್.: ಸರಿಯಾಗಿ ಹೇಳಿದಿರಿ. ಐಐಎಸ್‌ಸಿ-ಯಲ್ಲಿ ನನ್ನ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಯಾಗಿದ್ದ ಎಂ.ಎ. ಬದರಿನಾರಾಯಣ್ ಆ ಮೊದಲು ಪುನಃಪಟಲೀಕರಣ ಆಗುವುದನ್ನು ಅಳೆದಿದ್ದರು. ಅವರ ಒಬ್ಬ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯೂ ಇದನ್ನು ಮಾಡಿದ್ದರು. ಆದರೆ ಈ ಪ್ರವಾಹಗಳಲ್ಲಿ ಏನಾಗುತ್ತಿದೆ ಎಂಬುದು ಯಾರಿಗೂ ಅರ್ಥವಾಗಿರಲಿಲ್ಲ. ಇದನ್ನು ವಿವರಿಸುವ ಭೌತಿಕ ಮಾದರಿಗಳೂ ಇರಲಿಲ್ಲ. ಶ್ರೀನಿವಾಸನ್ನರ ಥೀಸೀಸು ಇಂತಹದ್ದೊಂದು ಮಾದರಿಯನ್ನು ಒದಗಿಸಿತ್ತು. ಇಲ್ಲಿ ನಡೆಸಿದ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ದೊರೆತ ಅಲ್ಪ ಮಾಹಿತಿ, ಹಾಗೂ ಅಮರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಲೆಸ್ಲಿ ಕೊವಾಜ್ನೆ ಮಾಡಿದ ಪ್ರಯೋಗಸರಣಿಗಳಲ್ಲಿ ದೊರೆತ ಅಂಶಗಳ ಪ್ರಕಾರ ಆ ತತ್ತ್ವ ಚೆನ್ನಾಗಿಯೇ ಇತ್ತು. ಆದರೆ ಇದು, ನಾವು ನಮ್ಮ ತರ್ಕವನ್ನು ಮಂಡಿಸುವ ಮುನ್ನ.

This article was first published in Bhāvanā, the mathematics magazine, as Above the Clouds, Roddam Narasimha in Conversation and is translated and republished here with permission.

ಈ ಪ್ರಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡ ಫಲಿತಾಂಶಗಳನ್ನು ನಾವು ವಿವರಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದೆವು. ನಾವು ನಿರ್ಮಿಸಿದ ಮಾದರಿಯು ಅಮೂಲ್ಯವಾದ ಊಹೆಗಳನ್ನು ಮಾಡುತ್ತದೆಂದು ತೋರಿಸಿದೆವು. ಕೆಲವು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಏನಾಗುತ್ತಿದೆ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ನಮ್ಮಿಂದ ಊಹಿಸುವುದು ಅಸಾಧ್ಯ ಎನ್ನುವುದನ್ನೂ ಕಂಡುಕೊಂಡೆವು. ಉಳಿದೆಲ್ಲ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಇದು ನಮ್ಮ ಇಚ್ಛಾನುವರ್ತಿಯಾಗಿತ್ತು. ಏನಾಗುತ್ತಿದೆ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ನಾವು ನಿಖರವಾಗಿ ಹೇಳಬಹುದಿತ್ತು. ಇದು ಎಲ್ಲರನ್ನೂ ಮೆಚ್ಚಿಸಿತು. ಅದೇನೇ ಇರಲಿ, ಆಗಿನ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಇದ್ದದ್ದು ಅದೊಂದೇ ತರ್ಕ.

ನಮ್ಮ ಮಾದರಿಯಲ್ಲಿ ಇರುವ ಮೌಲ್ಯ ಜನರಿಗೆ ಮನವರಿಕೆಯಾಗಲು ಸ್ವಲ್ಪ ಸಮಯ ಬೇಕಾಯಿತು. ಶ್ರೀನಿವಾಸನ್ ಮತ್ತು ನಾನು ಕೂಡಿ ಒಂದು ಪ್ರಬಂಧವನ್ನು ಬರೆದೆವು.[೬] ಅನಂತರ ಸ್ವಲ್ಪ ಕಾಲ ಕಳೆದ ಮೇಲೆ ಅಂದರೆ ೧೯೭೯ರಲ್ಲಿ ಒಂದು ಪರಾಮರ್ಶನ ಪ್ರಬಂಧವನ್ನೂ ಬರೆದೆವು. ಅದರಲ್ಲಿ ಇನ್ನೂ ಹಲವು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಪುನಃಪಟಲೀಕರಣ ಸಾಧ್ಯ ಎಂದು ತೋರಿಸಿದೆವು.

ಆದರೆ ದ್ರವಗಳ ಹರಿವು ಯಾವಾಗಲೂ ಪಟಲ-ಪ್ರವಾಹದಿಂದ ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧವಾಗಬಹುದೇ ಹೊರತು ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧ ಪ್ರವಾಹ ಪಟಲ-ಪ್ರವಾಹವಾಗುವುದನ್ನು ನಿರೀಕ್ಷಿಸಲೂ ಆಗದು ಎಂದು ಕೊಲ್ಮೊಗೊರೋವ್ ಎಂದಿದ್ದಾನಲ್ಲ. ಆತನ ಈ ತರ್ಕದ ಹಿನ್ನೆಲೆಯಲ್ಲಿ ಪುನಃಪಟಲೀಕರಣವನ್ನು ಹೇಗೆ ವಿವರಿಸುತ್ತೀರಿ?

ಆರ್.ಎನ್.: ಹಾಂ. ಇದನ್ನು ಹೀಗೂ ಹೇಳಬಹುದು. ಪಟಲ-ಪ್ರವಾಹ ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧವಾಗಬಹುದು ಎನ್ನುವುದು ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಎಲ್ಲರ ನಂಬಿಕೆ. ಆದರೆ ಇದಕ್ಕೆ ವ್ಯತಿರಿಕ್ತವಾದ ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧತೆಯಿಂದ ಪಟಲ-ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ ಆಗುವ ಪರಿವರ್ತನೆ ತನ್ನಂತಾನೇ ಆಗುವುದಿಲ್ಲ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಅದು ನಾವು ಊಹಿಸಿಯೂ ಇರದಂತಹ ಯಾವುದೋ ಅಂಶದ ಪ್ರಭಾವದಿಂದ ಆಗುತ್ತದೆ.

ಕೊಲ್ಮೊಗೊರೋವ್ ಹಾಗೂ ರೆನಾಲ್ಡ್ಸ್ ಇಬ್ಬರ ತರ್ಕಗಳೂ ಒಪ್ಪುವ ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆಯನ್ನು ಹೇಳುತ್ತೇನೆ. ದ್ರವದ ಒಂದು ಪ್ರವಾಹ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಿ. ಕೊಳವೆಯೊಂದರೊಳಗೆ ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧವಾಗಿ ಪ್ರವಾಹ ಹರಿಯುತ್ತಿದೆ ಎಂದುಕೊಳ್ಳಿ. ಈಗ ಈ ಕೊಳವೆಯ ವ್ಯಾಸವನ್ನು ಹಿಗ್ಗಲಿಸುತ್ತಾ ಹೋಗೋಣ. ವ್ಯಾಸ ಹೆಚ್ಚಾದ ಹಾಗೆ ಹರಿವಿನ ವೇಗ ಕಡಿಮೆ ಆಗುತ್ತದೆ. ಒಂದು ವೇಳೆ ವ್ಯಾಸ ಹೆಚ್ಚುವ ಗತಿಗಿಂತಲೂ ಹರಿವಿನ ಗತಿ ಬೇಗನೆ ಕುಸಿಯಿತು ಎನ್ನಿ, ಆಗ ರೆನಾಲ್ಡ್ಸ್ ಸೂಚ್ಯಂಕವೂ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಕೊಳವೆ ಹೀಗೆಯೇ ದೊಡ್ಡದಾಗುತ್ತಾ ಹೋದಹಾಗೆ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಸಂರಕ್ಷಣಾನಿಯಮದ ಅನುಸಾರ ಪ್ರವಾಹದ ವೇಗ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ರೆನಾಲ್ಡ್ಸ್ ಸೂಚ್ಯಂಕವೂ ಕಡಿಮೆ ಆಗುತ್ತದೆ. ರೆನಾಲ್ಡ್ಸ್ ಸೂಚ್ಯಂಕವು ಒಂದು ವಿಷಮ ಮಿತಿಗಿಂತಲೂ ಕಡಿಮೆಯಾದಾಗ,

This article was first published in Bhāvanā, the mathematics magazine, as Above the Clouds, Roddam Narasimha in Conversation and is translated and republished here with permission.

ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧ ಪ್ರವಾಹ ಪಟಲ-ಪ್ರವಾಹವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಸಂದರ್ಭ ರೆನಾಲ್ಡ್ಸ್ ಮತ್ತು ಕೊಲ್ಮೊಗೊರೋವ್ ಇಬ್ಬರಿಗೂ ಅಚ್ಚರಿತರುವುದಿಲ್ಲ.

ಅದೇ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ನಾವು ಪುನಃಪಟಲೀಕರಣವಾಗುತ್ತದೆ ಎಂದು ಊಹಿಸದ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿಯೂ, ಅಂದರೆ ಆ ಪ್ರವಾಹದ ವೇಗವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಿದಾಗ ಅದನ್ನು ಕಾಣಬಹುದು. ಇದು ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಕೊಳವೆಯೊಳಗೆ ಹರಿಯುತ್ತಿರುವ ಪ್ರವಾಹದ ಗತಿ ಕಡಿಮೆಯಾದಾಗ ಆಗುವುದಕ್ಕೆ ವ್ಯತಿರಿಕ್ತವಾದದ್ದು.

ಈಗ ಪಟಲ-ಪ್ರವಾಹದ ಸೀಮೆಯಲ್ಲಿರುವ ದ್ರವಪದರವನ್ನು ಗಮನಿಸಿ. ಅದು ಯಾವುದೋ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಹರಿಯುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ಈ ವೇಗವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಿದರೆ, ಇಮ್ಮಡಿ ಅಥವಾ ಮುಮ್ಮಡಿ ಮಾಡಿದಿರೆನ್ನಿ. ಆಗ ಈ ಸೀಮೆಯಲ್ಲಿರುವ ಪದರ, ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧ ಪದರದ ಗತಿಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಿದಾಗ ನಡೆದುಕೊಳ್ಳುವಂತೆ ನಡೆದುಕೊಳ್ಳುವುದಿಲ್ಲ.

ರೆನಾಲ್ಡ್ಸ್ ಸೂಚ್ಯಂಕದ ಹೊರತಾಗಿಯೂ ಇದು ಆಗುತ್ತದೆಯೋ? ರೆನಾಲ್ಡ್ಸ್ ಸೂಚ್ಯಂಕ ಬಹಳ ಹೆಚ್ಚಿದ್ದರೆ?

ಆರ್.ಎನ್.: ಅದೇ ಮುಖ್ಯ ಅಂಶ. ರೆನಾಲ್ಡ್ಸ್ ಸಂಖ್ಯೆ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದಾಗಲೂ ಇದು ಆಗುತ್ತದೆ. ನನ್ನ ಒಬ್ಬ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಯೂ ಈ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಮಾಡಿದ್ದರು ಎಂದೆನಲ್ಲವೇ? ಆತ ಕಂಡುಕೊಂಡ ತೀರ್ಮಾನವನ್ನು ನನಗೆ ನಂಬಲು ಆಗಲೇ ಇಲ್ಲ. ಅದೇನೆಂದರೆ ಹರಿವಿನ ವೇಗವನ್ನು ಅತಿಯಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಿಸಿದಾಗ, ರೆನಾಲ್ಡ್ಸ್ ಸೂಚ್ಯಂಕ ಎಷ್ಟು ಕಡಿಮೆ ಆಗುತ್ತದೆ ಎಂದರೆ ಅದು ವಿಷಮಾಂಕಕ್ಕಿಂತಲೂ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿ, ಹರಿವು ಮರಳಿ ಪಟಲ-ಪ್ರವಾಹವಾಗುತ್ತದೆ ಎಂದು ಆತ ತೀರ್ಮಾನಿಸಿದ್ದ.

ಇರಲಿ. ನಾವು ಕಲಿತಿದ್ದ ರೆನಾಲ್ಡ್ಸ್ ಸೂಚ್ಯಂಕ ಇತ್ಯಾದಿ ಇತ್ಯಾದಿ ಪ್ರಕಾರ ಅದುವೇ ತರ್ಕಬದ್ಧವಾದ ಉತ್ತರ. ಆದರೆ ನಾವು ನಮ್ಮ ಪ್ರಬಂಧವನ್ನು ಇನ್ನೇನು ಮುಗಿಸಿದ್ದೇವೆ ಎನ್ನುವಾಗಲೇ ರೆನಾಲ್ಡ್ಸ್ ಸೂಚ್ಯಂಕಗಳು ಅತಿ ಹೆಚ್ಚಿದ್ದಾಗಲೂ ರೀಲ್ಯಾಮಿನಾರೈಸೇಶನ್ ಆಗಿದ್ದನ್ನು ಖಚಿತ ಪಡಿಸಿದ ಕೊವಾಜ್ನೆ ಪ್ರಬಂಧ ಪ್ರಕಟವಾಯಿತು. ಅಲ್ಲಿ ಪ್ರವಾಹವು ರೆನಾಲ್ಡ್ಸ್ ಸೂಚ್ಯಂಕವು ವಿಷಮವೆನ್ನಿಸುವ ವಿಷಮವೆನ್ನಿಸುವ ಮಿತಿಗಿಂತಲೂ ಕಡಿಮೆ ಆಗಿರಲಿಲ್ಲ. ಆದರೂ ಪ್ರವಾಹವು ಬೇರೆಯದೇ ರೀತಿ ವರ್ತಿಸಿತ್ತು. ಅಂದರೆ ವಾಸ್ತವದಲ್ಲಿ ನಾವು ಆಯ್ದುಕೊಂಡ ಸಮಸ್ಯೆ ಇದು: ರೆನಾಲ್ಡ್ಸ್ ಸೂಚ್ಯಂಕವು ವಿಷಮಾಂಕ ಎನ್ನುವುದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿದ್ದಾಗಲೂ ಈ ಹರಿವು ಅದು ಹೇಗೆ ಪಟಲ-ಪ್ರವಾಹವಾಯಿತು?

This article was first published in Bhāvanā, the mathematics magazine, as Above the Clouds, Roddam Narasimha in Conversation and is translated and republished here with permission.

ಈ ಪಟಲ-ಪ್ರವಾಹವಾಗುದೆಂದರೇನು? ಮೂಲದಿಂದ ಆರಂಭಿಸಿ, ಪಟಲ- ಪ್ರವಾಹ ಎಂದರೇನೆಂದು ವಿವರಿಸೋಣ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಹಾಗೆಂದರೆ, ಹರಿವ ನೀರಿನೊಳಗೆ ಪ್ರವಾಹದ ವಿವಿಧ ವೇಗಗಳನ್ನು ಅಳೆಯುವ ಸಾಧನವನ್ನು ಇರಿಸಿದ್ದೀರಿ ಎಂದುಕೊಳ್ಳಿ. ಪ್ರವಾಹದ ವೇಗದಲ್ಲಾಗುವ ಬದಲಾವಣೆಗಳು ಯಾದೃಚ್ಛಿಕವಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ಅದನ್ನು ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಇದು ಬಹಳ ಸರಳ ವಿವರಣೆ. ಏಕೆಂದರೆ, ಹರಿವಿಲ್ಲದೆಯೂ ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧವೆನ್ನಿಸುವ ಬದಲಾವಣೆಗಳಿರಬಹುದು. ಅಂದರೆ ನೀವು ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ಅಳೆದ ಮಾತ್ರಕ್ಕೆ ಪ್ರವಾಹದ ಚಲನೆಯನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಿದಂತೆ ಅಗುವುದಿಲ್ಲ.

ಪುನಃಪಟಲೀಕರಿಸಿದ ಹರಿವಿನಲ್ಲಿ ನಾವು ಕಂಡದ್ದೇನೆಂದರೆ ಅಲ್ಲಿ ಒಂದಿಷ್ಟು ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧತೆ ಉಳಿದೇ ಇರುತ್ತದೆ. ನಾವು ನಿರೀಕ್ಷಿಸಿದಷ್ಟು ದೊಡ್ಡದಾಗಿಲ್ಲದಿರಬಹುದು, ಜೊತೆಗೆ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಅದು ಬಾಧಿಸದಿರಬಹುದು. ರೆನಾಲ್ಡ್ಸ್ ಸಮೀಕರಣವು ಹೇಳುವ ಹಾಗೆ ಯಾವುದೇ ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧತೆಯೂ ಇಲ್ಲದ ಮಾದರಿಯನ್ನು ಇಂತಹ ಹರಿವಿಗೆ ಅನ್ವಯಿಸಿದೆವೆನ್ನಿ. ಅಳೆದ ದತ್ತಾಂಶಗಳು ಅದಕ್ಕೂ ಹೊಂದುತ್ತವೆ. ಹೀಗಾಗಿ ನಮ್ಮ ಈ ಕಲ್ಪನೆಗಳು ಆಗ ಹೊಸತೆನ್ನಿಸಿದ್ದುವು. ಒಂದೊಂದಾಗಿ ಈ ಎಲ್ಲ ಅಂಶಗಳನ್ನೂ ನಾವು ಪರಗಣಿಸಿದೆವು. ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ ನಾವು ಬಹುತೇಕ ಎಲ್ಲ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳನ್ನೂ ವಿವರಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತು.

ನೀವು ರೇನಾಲ್ಡ್ಸ್ ಸೂಚ್ಯಂಕಗಳು ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದರೆ ಎಂದು ಪ್ರಶ್ನಿಸಿದಿರಿ. ವಿಮಾನದ ರೆಕ್ಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಣುವ ರೀಲ್ಯಾಮಿನರೈಸೇಶನ್ ರೆನಾಲ್ಡ್ಸ್ ಸೂಚ್ಯಂಕ ಹೆಚ್ಚಿರುವಾಗ ತೋರುತ್ತದೆ. ನಾವು ೧೯೭೭ರಲ್ಲಿ ನಮ್ಮ ಪರಾಮರ್ಶೆಯನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಿದ ಮೇಲೆ,[೮] ೧೯೯೦ರ ವೇಳೆಗೆ ಈ ಪುನಃಪಟಲೀಕರಣದ ಬಗ್ಗೆ ಆಸಕ್ತಿ ಕುಂದಿದಂತೆ ಅನಿಸಿತ್ತು. ನಾವೂ ಗಣಕ ಮಾದರಿಗಳನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಮೋಡಗಳ ಮೇಲೆ ಹೆಚ್ಚೆಚ್ಚು ಕೆಲಸಮಾಡಲು ಆರಂಭಿಸಿದ್ದೆವು.

ಆದರೆ ಈ ರೆನಾಲ್ಡ್ಸ್ ಸೂಚ್ಯಂಕ ಹೆಚ್ಚಿರುವ ಸಂಗತಿ ಇನ್ನೂ ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ತೀರ್ಮಾನವಾಗಿರಲಿಲ್ಲ. ಗಾಳಿ ಬೀಸುತ್ತಿದ್ದ ರೆಕ್ಕೆಗಳ ಮೇಲೆ ಅಳೆದ ಹರಿವಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳು ಕಡಿಮೆ ಆಗುವುದನ್ನು ಕಂಡಿದ್ದರು. ಬೋಯಿಂಗ್ ಸಂಸ್ಥೆಯು ಅದರ ೭೩೭ ಮಾದರಿಯ ವಿಮಾನದಲ್ಲಿ ಇದನ್ನು ಗುರುತಿಸಿತು. ಆದರೆ ಅದೇಕೆ ಎಂದು ಯಾರಿಗೂ ವಿವರಿಸುವುದು ಆಗಿರಲಿಲ್ಲ. ಅಷ್ಟರಲ್ಲಿ, ಲೇಸರ್ ಪಾರ್ಟಿಕಲ್ ಇಮೇಜಿಂಗ್ ವೆಲೋಸಿಮೆಟ್ರಿಯಂತಹ (ಲೇಸರ್ ಬೆಳಕಿನ ನೆರವಿನಿಂದ ಕಣಗಳ ಚಲನೆಯನ್ನು ಚಿತ್ರಿಸಿ ವೇಗವನ್ನು ಅಳೆಯುವ ತಂತ್ರ) ಸಾಧನಗಳೇ ಮೊದಲಾದ ಹೊಸ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನೂ ನಿರ್ಮಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಹೀಗೆ ಕಳೆದ ಹದಿನೈದು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ರೆನಾಲ್ಡ್ಸ್ ಸೂಚ್ಯಂಕ

This article was first published in Bhāvanā, the mathematics magazine, as Above the Clouds, Roddam Narasimha in Conversation and is translated and republished here with permission.

ಹೆಚ್ಚಿರುವಾಗ ಘಟಿಸುವ ಪುನಃಪಟಲೀಕರಣದ ಬಗ್ಗೆ ಆಸಕ್ತಿ ಮತ್ತೆ ಕುದುರಿತ್ತು. ಈಗ ರೆನಾಲ್ಡ್ಸ್ ಸೂಚ್ಯಂಕ ೫೦೦೦೦ವನ್ನು ಮುಟ್ಟಲಾಗಿದೆ. ಸೀಮೆಯ ಪದರದ ದಪ್ಪವನ್ನು ಆಧರಿಸಿದರೆ ಇದು ಸುಮಾರು ೧,೦೦,೦೦೦ ಆಗುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಉದ್ದವನ್ನಷ್ಟೆ ಪರಿಗಣಿಸಿದರೆ ಇರುವುದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಒಂದು ಶ್ರೇಣಿ ಮೇಲೆ ಎನ್ನಬಹುದು. ಇದು ಬಲು ದೊಡ್ಡ ರೆನಾಲ್ಡ್ಸ್ ಸೂಚ್ಯಂಕ.

ಪುನಃಪಟಲೀಕರಣ ನಮ್ಮ ದೇಹದಲ್ಲಿಯೂ ಸದಾ ಆಗುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ಪದಶಃ ನಮ್ಮ ಮೂಗಿನ ಕೆಳಗೇ ನಡೆಯುತ್ತಿರುತ್ತದೆ

ರೆನಾಲ್ಡ್ಸ್ ಸೂಚ್ಯಂಕ ೨೫೦೦-೩೦೦೦ದ ಆಸುಪಾಸಿನಲ್ಲಿ ಜರ್ಮನಿಯ ಫರ್ನೋಲ್ಸ್ ಮತ್ತು ವಾರ್ನಾಕ್ ಅಧ್ಯಯನಮಾಡಿದ್ದರು. ಹೀಗೆ ಅವರು ನಮ್ಮ ತರ್ಕಗಳನ್ನು ಬಲು ತೀಕ್ಷ್ಣ ಪರೀಕ್ಷೆಗೆ ಒಳಪಡಿಸಿದ್ದರು. ನಮ್ಮ ತರ್ಕ ಸರಿ ಎಂದು ಕಂಡಿದ್ದರು. ನಮ್ಮ ತರ್ಕವನ್ನು ಯಾರೂ ತ್ಯಜಿಸಿರಲಿಲ್ಲ. ಮೊತ್ತ ಮೊದಲ ಬಾರಿಗೆ ರೆನಾಲ್ಡ್ಸ್ ಸೂಚ್ಯಂಕ ಹೆಚ್ಚಿದ್ದಾಗಿನ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳ ನೇರ ನಿದರ್ಶನ ದೊರಕಿತು.

ನಿತ್ಯಜೀವನದಲ್ಲಿ ಪುನಃಪಟಲೀಕರಣ

ನಾವು ನಿತ್ಯಜೀವನದಲ್ಲಿ, ಉದಾಹರಣೆಗೆ ನೀರಿನ ನಲ್ಲಿಯನ್ನು ತೆರೆದಾಗ ಇಂತಹ ಹರಿವನ್ನು ನೋಡಬಹುದೇ?

ಆರ್.ಎನ್.: ನಾವು ಇಷ್ಟು ವರ್ಷ ಕೆಲಸಮಾಡುವಾಗ ಎಲ್ಲರೂ ನಂಬಿದಂತೆ ಈ ಪುನಃಪಟಲೀಕರಣ ಎನ್ನುವುದು ಅಪರೂಪವೇನಲ್ಲ. ಎನ್ನುವುದು ಗೊತ್ತಾಯಿತು. ಮೊದಲು ಇದು ಅಸಾಧ್ಯ ಎಂದವರು ಹಲವರು, ಥರ್ಮೊಡೈನಮಿಕ್ಸ್ ನಿಯಮಗಳಿಗೆ ವ್ಯತಿರಿಕ್ತವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಹೀಗೆ ಅವ್ಯವಸ್ಥೆ ಸುವ್ಯವಸ್ಥೆಯಾಗಿ ಮಾರ್ಪಾಟಾಗುವುದನ್ನು ಒಪ್ಪಿಕೊಳ್ಳಲು ಕಷ್ಟವಾಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಅದು ಹಾಗಲ್ಲ. ಇದು ಮುಕ್ತ ವ್ಯವಸ್ಥೆ. ಆದರೆ ನಾವು ಹಲವು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಹೀಗಾಗುವುದನ್ನು ಗಮನಿಸಿದ್ದೇವೆ. ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ಇದು ಯಾವಾಗಲೂ ಘಟಿಸುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಇದು ನಮ್ಮ ಶ್ವಾಸಕೋಶಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಇದೆ. ಓಟ ಇಲ್ಲವೇ ವ್ಯಾಯಾಮ ಮಾಡಿ ಶ್ರಮಪಟ್ಟಿದ್ದರೆ ಜೋರಾಗಿ

This article was first published in Bhāvanā, the mathematics magazine, as Above the Clouds, Roddam Narasimha in Conversation and is translated and republished here with permission.

ಉಸಿರೆಳೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತೀರಷ್ಟೆ. ಆಗ ನಿಮ್ಮ ಶ್ವಾಸಕೋಶದಲ್ಲಿ ರೆನಾಲ್ಡ್ಸ್ ಸೂಚ್ಯಂಕ ಗಾಳಿಯ ಪ್ರವಾಹವು ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧವೆನ್ನುವಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಜೆಎನ್‌ಸಿಎಎಸ್‌ಆರ್ ನಲ್ಲಿ ರೊದ್ದಂ ನರಸಿಂಹ ಅವರ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯ. ಕೃಪೆ: ರೊದ್ದಂ ನರಸಿಂಹ

ಶ್ವಾಸಕೋಶದ ಒಳಗಾ?

ಆರ್.ಎನ್.: ಶ್ವಾಸಕೋಶದಲ್ಲಿ ಬಹಳ ಒಳಗಲ್ಲ. ಅಲ್ಲಿ ಶ್ವಾಸನಾಳಗಳು ಬಲು ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಲೋಮನಾಳಗಳಲ್ಲಿ ಕೊನೆಯಾಗುತ್ತವೆ. ಇಲ್ಲಿ ಹರಿವು ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧವಾಗಿರಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಏಕೆಂದರೆ ಇಲ್ಲಿ ರೆನಾಲ್ಡ್ಸ್ ಸೂಚ್ಯಂಕ ಬಹಳ ಕಡಿಮೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ನಮ್ಮ ದೇಹದಲ್ಲಿ ಸದಾ ಕಾಲ ಪುನಃಪಟಲೀಕರಣ ನಡೆಯುತ್ತಲೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಪದಶಃ ನಮ್ಮ ಮೂಗಿನ ಅಡಿಯಲ್ಲೇ ನಡೆಯುತ್ತಿರುತ್ತದೆ.

ವಾಯುಮಂಡಲದಲ್ಲಿಯೂ ಇದು ಜರುಗುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಸೂರ್ಯಾಸ್ತದ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಉಬ್ಬುಬ್ಬಿದ ಮೋಡಗಳನ್ನು ನೀವು ನೋಡಿರಬಹುದು. ಬೆಂಗಳೂರಿನಲ್ಲಿ ಇದನ್ನು ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ನೋಡುವುದೂ ಕಷ್ಟವಾಗಿಬಿಟ್ಟಿದೆ ಬಿಡಿ. ಇದಕ್ಕಿದ್ದ ಹಾಗೆ ಏನೋ ಆಗಿ ಅವುಗಳ ಶಿರವೆಲ್ಲ ಚಪ್ಪಟೆಯಾಗಿಬಿಡುತ್ತದೆ. ಮೋಡ ಮೇಲೇರುವುದು ನಿಲ್ಲುತ್ತದೆ. ಇದೇಕೆ ಎಂದರೆ, ಸೂರ್ಯ ಮುಳುಗಿದಂತೆಲ್ಲ ನೆಲ ಗಾಳಿಗಿಂತಲೂ ಬೇಗನೆ ತಣಿಯುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ವಾಯುಮಂಡಲದ ತಳವು ತಿರುಗುಮುರುಗಾಗುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿ ಎತ್ತರೆತ್ತರಕ್ಕೆ ಹೋದಂತೆಲ್ಲ ಉಷ್ಣತೆ ಕಡಿಮೆಯಾಗುವುದರ

This article was first published in Bhāvanā, the mathematics magazine, as Above the Clouds, Roddam Narasimha in Conversation and is translated and republished here with permission.

ಬದಲಿಗೆ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ. ತಣ್ಣಗಿನ ಮೋಡಗಳ ಗಾಳಿ ಮೇಲೆ ಏರಲಾಗದೆ ಇದ್ದಲ್ಲೇ ಹರಡಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧತೆಯನ್ನು ಗಾಳಿಯ ಪ್ರವಾಹ ಬೆಂಬಲಿಸುವುದಿಲ್ಲ.

ಪ್ರಯೋಗಾಲಯದಲ್ಲಿ ಮೇಘಸೃಷ್ಟಿ

ಜೆಎನ್‌ಸಿಎಎಸ್‌ಆರ್‌ನಲ್ಲಿ ಇತ್ತೀಚಿನ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ನೀವು ಮೋಡಗಳು ರೂಪುಗೊಳ್ಳುವುದರ ಬಗ್ಗೆ ಹೆಚ್ಚೆಚ್ಚು ಆಸಕ್ತಿ ವಹಿಸುತ್ತಿದ್ದೀರಿ. ನೀವು ಕೃತಕವಾಗಿ ಮೋಡಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸುವ ಒಂದು ಕ್ಲೌಡ್ ಚೇಂಬರನ್ನೂ ಸ್ಥಾಪಿಸಿದ್ದೀರಿ. ಅಲ್ಲವೇ?

ಆರ್.ಎನ್.: ಈ ಕೆಲಸ, ಮೋಡಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸುವ ಕೆಲಸ ಮೊದಲು ಐಐಎಸ್‌ಸಿ-ಯಲ್ಲಿ ವಾಯುಮಂಡಲ ಹಾಗೂ ಸಾಗರ ವಿಜ್ಞಾನದ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಆರಂಭಿಸಿದ್ದೆವು. ಇಲ್ಲಿ ನಾವು ಮೋಡಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಮೋಡಗಳಲ್ಲಿ ಆಗುವ ಪ್ರವಾಹಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸುತ್ತೇವೆ. ಇವೆರಡರ ನಡುವೆ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಇದೆ. ಏಕೆಂದರೆ ಮೋಡದಲ್ಲಿ ನೀರಾವಿ, ನೀರ ಹನಿಗಳು, ವಿಕಿರಣಗಳು ಮೊದಲಾದುವು ಇರಬೇಕು. ಜೊತೆಗೆ ನೀರಾವಿ ತಣಿದು ಘನೀಭವಿಸುತ್ತಾ ಉಷ್ಣವನ್ನು ಬಿಡುಗಡೆ ಮಾಡುತ್ತಿರಬೇಕು.

ಅಂದರೆ ಅರ್ಥ, ಮೋಡಗಳ ಸೃಷ್ಟಿ ದ್ರವಚಲನೆಯ ಜಟಿಲ ಸಮಸ್ಯೆ. ಇಷ್ಟು ಜಟಿಲವಾದ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಸರಳರೂಪವನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಬಹುದೇ ಎನ್ನುವುದೇ ನಮ್ಮ ಮುಂದಿರುವ ಪ್ರಶ್ನೆ. ಇಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರವಾಹದ ಗುಣಗಳು ಮೋಡಗಳ ಆಕಾರ, ಬೆಳೆವಣಿಗೆಯ ಗತಿ, ಗುಳ್ಳೆಗಳೇಳುವುದೇ ಇತ್ಯಾದಿ ಮೂಲಗುಣಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿಬಿಂಬಿಸುತ್ತಿರಬೇಕು. ಮೇಲ್ನೋಟಕ್ಕೂ ಇವು ಅಂದಾಜಿಗೆ ಸಿಗುವ ಹಾಗೆ ಮಾಡಬಹುದಾದರೆ, ಉಳಿದ ವಿವರಗಳನ್ನು ಅನಂತರ ಸೇರಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದಲ್ಲ!

ಆದರೆ ಇದು ನಿಜವಲ್ಲ. ಇಂತಹ ಮಾದರಿಯನ್ನು ಮಾಡಲು ಇನ್ನೂ ಯಾರೂ ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿಯೂ ಇಲ್ಲ. ಜೆ. ಸ್ಟೀವರ್ಟ್ ಟರ್ನರ್ ಈ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಮೊದಲಿಗನಾದರೂ, ಮೋಡಗಳ ಆಕಾರವನ್ನು ಅಣಕಿಸಲಾಗಲಿಲ್ಲ. ನಾವು ನಿತ್ಯವೂ ಎದುರಿಗೆ ಕಾಣುವ ವಿದ್ಯಮಾನವೊಂದರ ಮೂಲತತ್ತ್ವಗಳನ್ನೂ ನಾವು ಹೀಗೆ ಅರ್ಥ ಮಾಡಿಕೊಂಡಿಲ್ಲವೆನ್ನುವುದು ನನಗೆ ಬಲು ವಿಶೇಷ ಎನ್ನಿಸುತ್ತದೆ. ಅಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲ. ಇದು ಈ ಮೋಡಗಳು ನಮ್ಮ ಮುಂಗಾರು ಹಾಗೂ ಹವಾಮಾನ ಬದಲಾವಣೆಯ ಕೇಂದ್ರಬಿಂದು. ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಕೆಲವು ಸಣ್ಣಪುಟ್ಟ ತಂಡಗಳು ಇವನ್ನು ಅಧ್ಯಯನಮಾಡಲು ಆರಂಭಿಸಿವೆ.

This article was first published in Bhāvanā, the mathematics magazine, as Above the Clouds, Roddam Narasimha in Conversation and is translated and republished here with permission.

ಮೋಡಗಳನ್ನು ಅಣಕಿಸುವ ಗಣಿತೀಯ ಮಾದರಿಗಳೂ ಇವೆ. ಆದರೆ ಅವು ಬಹಳಷ್ಟು ಊಹಾತ್ಮಕವಾಗಿರುವುದರಿಂದ, ಒಂದು ಇನ್ನೊಂದಕ್ಕೆ ಬಹಳಷ್ಟು ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳು ಇರುತ್ತವೆ. ಇದು ಇಂಜಿನಿಯರುಗಳು ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧತೆಯನ್ನು ಅಧ್ಯಯನಮಾಡುವ ರೀತಿ ಎನ್ನಬಹದು. ಹೀಗಾಗಿ ಇದು ಪರಿಹಾರ ಬೇಕಾದ, ಆದರೆ ಬಹಳಷ್ಟು ಅವಗಣನೆಗೆ ಒಳಗಾದ, ಸಮಸ್ಯೆ ಎಂದು ನನಗೆ ಅನ್ನಿಸಿತ್ತು. ಇಂತಹ ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನೇ ನಾನು ಹುಡುಕುತ್ತಲಿದ್ದೆನಾದ್ದರಿಂದ ಈ ಮೋಡಗಳ ಯೋಜನೆಯಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿಕೊಂಡೆ. ಈ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ನಮ್ಮ ಪ್ರಯತ್ನಗಳ ಮೊದಲ ಫಲವೇ ಜಿ.ಎಸ್. ಭಟ್ಟರ ಪಿಎಚ್.ಡಿ. ಥೀಸೀಸು.

ಎರಡು ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ನೇಚರ್ ಪತ್ರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಪ್ರಬಂಧ ಪ್ರಕಟವಾಗಿತ್ತು. [೬] ಅದು ಲಘು ಅವಧಿಗೆ ಹವಾಮಾನವನ್ನು ಖಚಿತವಾಗಿ ನಿರೀಕ್ಷಿಸುವ ಮಾತನಾಡಿತ್ತು. ಒಂದು ಹಾಗೂ ಮೂರು ದಿನಗಳ ಹವಾಮಾನ ನಿರೀಕ್ಷಣೆಯನ್ನು ಗಮನಿಸಿದರೆ, ಅವು ದಿನೇ ದಿನೇ ಉತ್ತಮವಾಗುತ್ತಿವೆ ಎಂದು ಅದು ಹೇಳಿತ್ತು. ಮೋಡಗಳು ರೂಪುಗೊಳ್ಳುವುದು ಹೇಗೆ ಎಂಬುದನ್ನೇ ಅರ್ಥ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳದಿದ್ದಾಗ, ಹವಾಮಾನ ನಿರೀಕ್ಷಣೆ ಹೇಗೆ ನಿಖರವಾಗುತ್ತದೆ?

ಆರ್.ಎನ್.: ಸುಧಾರಿಸುತ್ತದೆ ಎಂದಷ್ಟೆ ಅವರು ಹೇಳಿದ್ದು. ನಿರೀಕ್ಷಣೆ ಅತ್ಯುತ್ತಮವಾಗಿದೆ ಎಂದೇನೂ ಹೇಳಲಿಲ್ಲವಲ್ಲ [ನಗು]. ನಿರೀಕ್ಷಣೆಗಳು ಉತ್ತಮವಾಗುತ್ತಿವೆ ಎನ್ನುವುದು ನಿಜ. ಏಕೆಂದರೆ ಮೋಡಗಳ ಗಣಿತೀಯ ಮಾದರಿಗಳು ಕೂಡ ಸುಧಾರಿಸುತ್ತಿವೆ. ಹೆಚ್ಚೆಚ್ಚು ಸುಸಜ್ಜಿತವಾಗುತ್ತಿವೆ. ಕಂಪ್ಯೂಟರುಗಳು ಇನ್ನಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಶಾಲಿಯಾಗಿವೆ. ಜೊತೆಗೆ ನಮ್ಮ ಬಳಿ ಅವಲೋಕನದಿಂದ ದೊರೆತ ದತ್ತಾಂಶ ಬಹಳಷ್ಟಿದೆ. ನನ್ನ ಮಟ್ಟಿಗಂತೂ ನಾವು ಲಾರ್ಜ್ ಎಡ್ಡಿ ಸಿಮ್ಯುಲೇಶನ್ಸ್ ಎನ್ನುವ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರಗಳನ್ನು ಮಾಡುವುದಕ್ಕೆ ಸ್ವಲ್ಪವೇ ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದೇವೆ. ಹಾಂ. ನೇಚರ್‌ನಲ್ಲಿ ಇನ್ನೂ ಒಂದು ಪ್ರಬಂಧವಿತ್ತು. ಇದು ಮೋಡಗಳನ್ನು ಹೆಚ್ಚೆಚ್ಚು ಅಧ್ಯಯನಮಾಡಿ ಈ ಭೂಮಿಯನ್ನು ಕಾಪಾಡಿ ಎಂದು ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿಗಳನ್ನು ಬೇಡಿಕೊಂಡಿತ್ತು.

ಆದರೆ ಆ ಮಾದರಿಗಳೂ ಕೂಡ, “ಮೋಡಗಳೊಳಗೆ ಎಂತಹ ಚಲನೆಗಳಾಗುತ್ತಿವೆ?” ಎಂದು ಕೇಳಿದರೆ ಹೆಚ್ಚೇನೂ ಹೇಳಲಾರವು.

This article was first published in Bhāvanā, the mathematics magazine, as Above the Clouds, Roddam Narasimha in Conversation and is translated and republished here with permission.

ಆವ್ರೋ ಕಥೆ: ಪವನಯೋಗ್ಯತೆಯ ಗಣಿತ ಮಾದರಿ.

ನಿಮ್ಮ ಪ್ರಕಟಣೆಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದೆರಡು ಆನ್ವಯಿಕ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ಎದ್ದುಕಂಡವು. ಅದರಲ್ಲಿ ಒಂದು ೧೯೭೦ರಲ್ಲಿ ಆವ್ರೋ ೭೪೮ ಎಂಬ ಹೆಸರಿನ ವಿಮಾನ ಹಾರಲು ಯೋಗ್ಯವೋ ಅಲ್ಲವೋ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ಕುರಿತು ನೀವು ನಡೆಸಿದ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳು. ಇವು ಫ್ಲುಯಿಡ್ ಮೆಕ್ಯಾನಿಕ್ಸ್‌ನಲ್ಲಿ ನೀವು ನಡೆಸಿದ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರಗಳೆಲ್ಲವುಗಳಿಂದಲೂ ಭಿನ್ನವೆನಿಸುತ್ತದೆ. ಅದು ಹೇಗಾಯಿತು?

ಆರ್.ಎನ್.: ೧೯೭೦ರ ಒಂದು ದಿನ. ನಿಖರವಾಗಿ ಹೇಳಬೇಕೆಂದರೆ ಡಿಸೆಂಬರ್ ೧, ೧೯೭೦ರಂದು ಆವ್ರೋ ೭೪೮ ವಿಮಾನವನ್ನು ಚಾಲಿಸುತ್ತಿದ್ದ ಇಂಡಿಯನ್ ಏರ್ ಲೈನ್ಸ್ ಸಂಸ್ಥೆಯ ಪೈಲಟ್‌ಗಳು ಅದನ್ನು ಹಾರಿಸಲು ನಿರಾಕರಿಸಿದರು. ಅದು ಮೇಲೇರುವ ಗತಿ ಬಹಳ ನಿಧಾನವಾಗಿದ್ದು, ಬ್ರಿಟಿಷ್ ಸಿವಿಲ್ ಏರ್‌ವರ್ದಿನೆಸ್ ನಿಯಮಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಕಡಿಮೆ ಇದ್ದುದರಿಂದ ಅದನ್ನು ಹಾರಿಸುವುದು ಸುರಕ್ಷಿತವಲ್ಲ, ಎಂದು ವಾದಿಸಿದ್ದರು. ಬಹಳಷ್ಟು ವಿಮಾನಗಳ ಹಾರಾಟವನ್ನು ರದ್ದುಪಡಿಸಬೇಕಾಗಿತ್ತು.

ಇದು ಸಮಸ್ಯೆ. ಸರಕಾರ ಈ ವಿಮಾನ ಹಾರಲು ಸುರಕ್ಷಿತವೋ ಅಲ್ಲವೋ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಲು ಸಮಿತಿಗಳನ್ನೂ ಯೋಜಿಸಿತ್ತು.

ಆವ್ರೊ೭೪೮ ಕೃಪೆ: RuthAS/Wikimedia Commons

This article was first published in Bhāvanā, the mathematics magazine, as Above the Clouds, Roddam Narasimha in Conversation and is translated and republished here with permission.

ಆಗ ಇದೊಂದೇ ಬಗೆಯ ವಿಮಾನವಷ್ಟೆ ಸೇವೆಯಲ್ಲಿತ್ತೋ?

ಆರ್.ಎನ್.: ಹಾಗೇನಿಲ್ಲ. ಮುಂಬಯಿ-ಪುಣೆ ಹಾಗೂ ಬೆಂಗಳೂರು-ಚೆನ್ನೈನಂತಹ ಕಡಿಮೆ ದೂರದ ಮಾರ್ಗಗಳಲ್ಲಿ ವಿಮಾನ ೭೪೮ಅನ್ನು ಇಂಡಿಯನ್ ಏರ್‌ಲೈನ್ಸ್ ಹಾರಿಸುತ್ತಿತ್ತು.

ಸಂಭಾವ್ಯ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳ ಬಗೆಗಿನ ನನ್ನ ಆಸಕ್ತಿಯೇ ಈ ಸಮಸ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಆಸಕ್ತಿ ತಂದಿತು

---

೭೪೮ ವಿಮಾನವೊಂದು ಅಪಘಾತಕ್ಕೀಡಾದ ನಂತರ ಸರ್ಕಾರ ಸತೀಶ್ ಧವನರನ್ನು ಈ ವಿಮಾನ ಹಾರಾಟಯೋಗ್ಯವೋ ಅಲ್ಲವೋ ಎಂದು ಪರಿಶೀಲಿಸಲು ಏಕಸದಸ್ಯ ಸಮಿತಿಯನ್ನಾಗಿ ನೇಮಿಸಿತ್ತು. ಧವನ್ ಏನು ಮಾಡಿದರೆಂದರೆ, ಉದ್ಯಮ, ವಾಯುಪಡೆ ಹಾಗೂ ಡಿಜಿಸಿಎ ಅಂದರೆ ನಾಗರಿಕ ವಿಮಾನಯಾನಗಳ ನಿರ್ದೇಶನಾಲಯದ ಪ್ರತಿನಿಧಿಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಒಂದು ಸಲಹಾಸಮಿತಿಯನ್ನು ಮಾಡಿದರು. ಜೊತೆಗೆ ಐಐಎಸ್‌ಸಿ, ನ್ಯಾಶನಲ್ ಏರೋಸ್ಪೇಸ್ ಲ್ಯಾಬೊರೇಟರಿಗಳು ಹಾಗೂ ಹಿಂದೂಸ್ತಾನ್ ಏರೋನಾಟಿಕ್ಸ್ ಲಿಮಿಟೆಡ್ ಸಂಸ್ಥೆಯ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ ವಿಶ್ಲೇಷಣಾ ತಂಡವನ್ನೂ ರಚಿಸಿದರು.

ಆ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಜಾರಿಯಲ್ಲಿದ್ದ ನಾಗರಿಕ ವಿಮಾನಗಳ ಹಾರಾಟಯೋಗ್ಯತೆಯ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ನಮಗೆ ಸ್ವಲ್ಪ ಸಮಯವೇ ಬೇಕಾಯಿತು. ವಿಮಾನ ಹಾರಾಟದ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಮೊದಲು ರೂಪಿಸಿದ್ದು ಬ್ರಿಟಿಷರು. ಆ ನಿಯಮಗಳು ವಿಮಾನ ಹಾರಾಟದ ಹಲವು ತಾಂತ್ರಿಕ ಅಂಶಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸಿದ್ದುವು. ನಾನು ಈ ಬಗ್ಗೆ ಹಲವು ಅಧ್ಯಯನಗಳನ್ನು ಕೈಗೊಂಡೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಆವ್ರೋ ವಿಮಾನವು ಹಾರಾಟಕ್ಕೆ ಸುರಕ್ಷಿತವೋ ಅಲ್ಲವೋ ಎನ್ನುವುದೂ ಆಗಿತ್ತು. ಅಂದರೆ, ಅದು ಅಪಘಾತಕ್ಕೊಳಗಾದ ಸಂಖ್ಯೆಯ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ನಾನು ಅದಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನೆಲ್ಲ ಡಿಜಿಸಿಎ ಹಾಗೂ ಇತರೆ ದೇಶಗಳಿಂದ ಪಡೆದುಕೊಂಡೆ. ಆವ್ರೊ ೭೪೮ ವಿಮಾನಗಳು ಅಪಘಾತಕ್ಕೊಳಗಾದ ಗತಿಯು ಇತರೆ ವಿಮಾನಗಳ ಅಪಘಾತದ ಗತಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚೇನೂ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗಿಲ್ಲ ಎಂಬುದನ್ನು ಕಂಡೆ.

This article was first published in Bhāvanā, the mathematics magazine, as Above the Clouds, Roddam Narasimha in Conversation and is translated and republished here with permission.

ಅಂದರೆ ಅದು ಬೇರೆ ವಿಮಾನಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಅಸುರಕ್ಷಿತವೇನಾಗಿರಲಿಲ್ಲವೇ?

ಆರ್.ಎನ್.: ದಾಖಲೆಗಳಂತೂ ಅದು ವಿಶಿಷ್ಟವಾಗಿಯೇನೂ ಅಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿರಲಿಲ್ಲ ಎಂದವು. ಆಗ ನನಗೊಂದು ಸಂದೇಹ ಬಂತು. "ಹಾಗಿದ್ದರೆ ಬ್ರಿಟಿಷರು ಈ ವಿಮಾನವನ್ನು ಹೇಗೆ ಹಾರಿಸಲು ಬಿಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ?" ಏಕೆಂದರೆ ಅವರು ರೂಪಿಸಿದ್ದ ಹಾರಾಟಯೋಗ್ಯತೆಯ ನಿಯಮಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಕಡಿಮೆ ಕೋನದಲ್ಲಿ ಮೇಲೇರುತ್ತಿದ್ದ ಈ ವಿಮಾನವನ್ನು ಅವರು ಹಾರಲು ಬಿಟ್ಟರೇಕೆ?

ಅವರೇ ರೂಪಿಸಿದ ಹಾರಾಟಯೋಗ್ಯತೆಯ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಅದು ಉಲ್ಲಂಘಿಸಿದ್ದರೂ ಬಿಟ್ಟಿದ್ದರೇ?

ಆರ್.ಎನ್.: ಹಾಗೇ ಅನಿಸಿತ್ತು. ಆದರೆ ಅದಕ್ಕೆ ಒಂದು ಕಾರಣವಿದೆಯೆಂತಲೂ ತಿಳಿಯಿತು. ಅದೇನೇ ಇರಲಿ. ನಾವು ಈ ವಿಮಾನದ ಇಂಜಿನ್ನು ಚಾಲನೆಯಲ್ಲಿರುವಾಗಲೇ ಹಲವು ಪರೀಕ್ಷೆಗಳನ್ನು ಕೈಗೊಂಡೆವು.

ಅಂದರೆ ವಿಮಾನ ಹಾರಾಡುವಾಗಲೇ ಈ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಿದಿರಿ ಎನ್ನಿ?

ಆರ್.ಎನ್.: ಹೌದು. ಇದರಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ಒಂದು ಇಂಜಿನ್ ಚಾಲೂ ಇದ್ದಾಗಲೂ ವಿಮಾನವನ್ನು ಹಾರಿಸಿ ಮಾಡಿದ ಪರೀಕ್ಷೆಯೂ ಸೇರಿತ್ತು. ಇಂತಹ ಹಾರಾಟದ ಮೊದಲ ಪರೀಕ್ಷೆ ಮಾಡಿದ್ದು ನನಗೆ ಚೆನ್ನಾಗಿ ನೆನಪಿದೆ. ಧವನ್, ನಾನು ಹಾಗೂ ಸಲಹಾಸಮಿತಿಯ ಕೆಲವು ಸದಸ್ಯರುಗಳು ಅಲ್ಲಿದ್ದೆವು. ಆ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲರೂ ಅತ್ಯುತ್ತಮ ಪೈಲಟ್ ಎಂದು ಹೇಳುತ್ತಿದ್ದ ವಿಂಗ್ ಕಮ್ಯಾಂಡರ್ ಪದ್ಮನಾಭ ಅಶೋಕ ಪೈಲಟ್ ಆಗಿದ್ದರು. ವಾಯುಸೇನೆಯಿಂದ ನಿವೃತ್ತಿ ಪಡೆದ ಮೇಲೆ ಅಶೋಕ ಎಚ್ಎಎಲ್ ಸಂಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಪರೀಕ್ಷಾ ಪೈಲಟ್ ಆಗಿದ್ದರು. ಅನಂತರ ಅಲ್ಪ ಕಾಲ ಎನ್ಎಎಲ್‌ನಲ್ಲಿಯೂ ಕೆಲಸಮಾಡಿದ್ದರು.

ಈ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿ ಪೈಲಟ್ ವಿಮಾನವನ್ನು ಮೇಲೆ ಏರಿಸುವಾಗ, ಒಂದು ಹಂತದಲ್ಲಿ, ಒಂದು ಇಂಜಿನ್ನನ್ನು ಆಫ್ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕಿತ್ತು.

ಅಂದರೆ ಅದು ಜೋಡಿ ಇಂಜಿನ್ನು ಇದ್ದ ಪ್ರೊಪೆಲರ್ ವಿಮಾನ.

ಆರ್.ಎನ್.: ಹೌದು. ಸಮಸ್ಯೆ ಇದ್ದುದು ಇಲ್ಲೇ, ಒಂದೇ ಇಂಜಿನ್ ಚಾಲೂವಿದ್ದಾಗ ವಿಮಾನದ ಏರುಕೋನದಲ್ಲಿ.

This article was first published in Bhāvanā, the mathematics magazine, as Above the Clouds, Roddam Narasimha in Conversation and is translated and republished here with permission.

ವಿಮಾನ ನೆಲದ ಮೇಲೆ ಓಡುವಾಗ, ನಿಶ್ಚಯವೇಗ ಎನ್ನುವುದೊಂದು ಇರುತ್ತದೆ. ವಿಮಾನ ಈ ವೇಗವನ್ನು ಮೀರಿದಾಗ ಮೇಲೇರುವ ತೀರ್ಮಾನವನ್ನು ಕೈಗೊಳ್ಳಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ವೇಗ ಮೀರಿದ ಕೂಡಲೇ ಪೈಲಟ್ ಏನೂ ಮಾಡಲಾಗದು. ಸುಮ್ಮನೆ ಮೇಲೆ ಏರಬೇಕು ಅಷ್ಟೆ. ಇಂಜಿನ್ ಹಾಳಾಗಿದ್ದರೂ ಕೂಡ ಮೇಲೇರಲೇ ಬೇಕು.

ಅಶೋಕ ಈ ಬಗ್ಗೆ ಜೋಕು ಕೂಡ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದರು. "ನಾನೇನಾದರೂ ಆ ಮರಗಳ ಹಿಂದೆ ಕಾಣದೇಹೋದರೆ, ನನ್ನ ಹೆಂಡತಿಗೆ ಹೇಳಿ ಬಿಡೀಪ್ಪಾ?" ಅಂತ ಜೋಕು ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದರು. [ನಗು] ಹಾರಾಟದ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳು ತೊಂದರೆ ಇಲ್ಲದೆ ಮುಗಿದುವು. ಮೂರು ದಿನಗಳು ಬೇಕು ಎಂದು ಅಂದಾಜಿಸಿದ್ದ ಅದರ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯನ್ನು ನಾವು ಒಂದೇ ದಿನದಲ್ಲಿ ಮಾಡಿಮುಗಿಸಿದೆವು.

ಅದರ ತಾಂತ್ರಿಕ ವಿವರಗಳನ್ನು ನೋಡಿಕೊಳ್ಳುವ ಜವಾಬುದಾರಿ ನನ್ನ ಮೇಲಿತ್ತು. ಏರುಗತಿ ಎಷ್ಟೆಂದು ಊಹಿಸುವುದು, ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸುವುದು ಇತ್ಯಾದಿ ಹೊಣೆ ನನ್ನ ಮೇಲಿತ್ತು. ಅಲ್ಲದೆ ಬ್ರಿಟಿಷರು ಯಾಕೆ ಈ ವಿಮಾನವನ್ನು ಹಾರಾಟಯೋಗ್ಯ ಎಂದು ಪರಿಗಣಿಸಿದ್ದಾರೆ ಎನ್ನುವ ಪ್ರಶ್ನೆ ಬೇರೆ ಇತ್ತಲ್ಲ?! ಬ್ರಿಟಿಷರಿಗೆ ಇದ್ದ ಹಾಗೆ ಹಾರಾಟ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳ ಅನುಭವ ನಮಗೆ ಇರಲೇ ಇಲ್ಲ. ಬ್ರಿಟಿಷರು ಆ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಡಿಸಿ೩ ಡಕೋಟ ವಿಮಾನದ ಹಾರಾಟವನ್ನು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಹಾರಿಸಿ ರೂಪಿಸಿದ್ದರು. ಅವನ್ನು, ಡಕೋಟ ಜನಪ್ರಿಯವಾಗಿದ್ದಾಗ ೧೯೩೦ರ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ರೂಪಿಸಲಾಗಿತ್ತು.

ನಾವು ವಿಮಾನದ ಇಂಜಿನ್ ಹಾಗೂ ವಿಮಾನದ ಕಾರ್ಯಕ್ಷಮತೆಯ ಬಗ್ಗೆ ವಿಶ್ವಾಸಾರ್ಹ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಒಟ್ಟುಮಾಡುವುದರಲ್ಲಿಯೇ ಎರಡು ವರ್ಷ ಕಳೆದವು. ಅದರಲ್ಲಿಯೂ ವಿಮಾನ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಮೇಲೇರುವಾಗ ಅದರ ಏರುಕೋನ ಹೇಗೆ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಗಮನಿಸಿದೆವು.

ಬ್ರಿಟಿಷರು ಮಾಡಿದ್ದ ಅಧ್ಯಯನಗಳನ್ನು ನಾವು ಮರುಕಳಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವಿರಲಿಲ್ಲ. ಅದರ ವಿವರಗಳೂ ನಮಗೆ ಲಭ್ಯವಿರಲಿಲ್ಲ. ಹೀಗಾಗಿ ನಾವು ಒಂದು ಗಣಿತೀಯ ಮಾದರಿಯನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಿದೆವು. ಇದನ್ನು ಸ್ಟೊಕಾಸ್ಟಿಕ್ ಕರೆಕ್ಟಿವ್ ಪ್ರೋಸೆಸ್ ಅಂದರೆ ಸಂಭಾವ್ಯತೆಯ ಪರಿಶೀಲನಾಕ್ರಿಯೆ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಈ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ವಿಮಾನದ ಕಾರ್ಯಕ್ಷಮತೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುವಂತಹ ನಿರ್ವಹಣೆಯ ಅಂಶಗಳನ್ನೂ ಕೂಡಿಸುತ್ತೇವೆ. ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಕಾರ್ಯಕ್ಷಮತೆ ನಿಧಾನವಾಗಿ ಕ್ಷಯಿಸಿಬಿಡುತ್ತದೆಯಷ್ಟೆ! ಈ ಮಾಹಿತಿ ನಮಗೆ ತಿಳಿಸಿದ್ದೇನೆಂದರೆ, ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಏರುಕೋನ ಅಥವಾ

This article was first published in Bhāvanā, the mathematics magazine, as Above the Clouds, Roddam Narasimha in Conversation and is translated and republished here with permission.

ಇಂಜಿನ್ನಿನ ಶಕ್ತಿಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ, ಪ್ರತಿ ಬಾರಿ ನಿರ್ವಹಣೆ ಆದ ಮೇಲೂ, ಅದರ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಒಂದಿಷ್ಟು ಜಿಗಿಯುತ್ತಿತ್ತು. ಹೀಗೊಂದು ಜಿಗಿತದ ಶ್ರೇಢಿಯೇ ಇತ್ತು. ನಿರ್ವಹಣೆಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಅದು ಕ್ಷಯಿಸುತ್ತಿತ್ತು. ಇದರಲ್ಲಿ ನಾವು ಕೂಡಿಸಿದ್ದ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಚರಾಂಶವೂ ಅರ್ಥವತ್ತಾಗಿದ್ದುವು. ವಿಮಾನದ ಕಾರ್ಯಕ್ಷಮತೆಯ ಈ ಕಾಲಶ್ರೇಢಿಯನ್ನು ನಾವು ಸ್ಟೊಕಾಸ್ಟಿಕ್ ಕರೆಕ್ಟಿವ್ ಕ್ರಿಯೆ ಎಂದು ಕರೆದೆವು. ಅರ್ಥಾತ್, ನಿರ್ವಹಣೆಯ ಪರೀಕ್ಷೆಯ ಮೂಲಕ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಕ್ಷಯಿಸುವುದನ್ನು ತಿದ್ದುವುದು ಎಂದರ್ಥ.

ಆದರೆ ಇದಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ಹಾರಾಟದ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಕಲೆಹಾಕುವುದು ಸುಲಭದ ಕೆಲಸವಾಗಿರಲಿಲ್ಲ. ಅದರಲ್ಲೂ, ವಿಮಾನದ ದೂಡುಬಲ, ಅಂದರೆ ವಿಮಾನದ ತೂಕಕ್ಕೂ ಅದರ ಹಾರಾಟದ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಮತ್ತು ಹಾರಾಟದ ಸಮಯದ ಗುಣಲಬ್ಧದ ಪರಿಮಾಣವನ್ನು ಅಳೆಯುವುದು ಕಷ್ಟದ ಕೆಲಸ. ವಿಮಾನ ಹಾರಾಡುವಾಗಲೇ ವಿವಿಧ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಅದರ ದೂಡುಬಲವನ್ನು ಅಳೆಯಬೇಕಿತ್ತು. ಎನ್ಎಎಲ್ ಮತ್ತು ಎಚ್ಎಎಲ್‌ನ ನಮ್ಮ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಗಳು ಈ ಸಮಸ್ಯೆಯನ್ನು ಒಂದು ಮೀಟಿಂಗಿನಲ್ಲಿ ಎತ್ತಿದಾಗ, ಡಾ. ರುಸ್ತುಂ ದಮಾನಿಯಾ, “ಆಹಾ! ನ್ಯೂಟನ್ ಸರಿಯಾಗಿಯೇ ಹೇಳಿದ್ದ!” ಎಂದು ಉದ್ಗರಿಸಿದ್ದರು. ಡಾ. ರುಸ್ತುಂ ದಮಾನಿಯಾ ಡಾಕ್ಟರೇಟ್ ಪಡೆದಿದ್ದ, ಹಾಗೂ ಐಐಎಸ್‌ಸಿ-ಯ ಶೈಕ್ಷಣಿಕ ಸಿಬ್ಬಂದಿಯಲ್ಲಿ ಒಬ್ಬರಾಗಿದ್ದ ಅಪರೂಪದ ಪೈಲಟ್.

ಚುಟುಕಾಗಿ ಹೇಳಬೇಕೆಂದರೆ ನಾವು ಹೀಗೊಂದು ಸ್ಟೊಕಾಸ್ಟಿಕ್ ಕ್ರಿಯೆಯ ಮಾದರಿಯನ್ನು ರೂಪಿಸಿ, ಅದರಲ್ಲಿ ಈ ಎಲ್ಲ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನೂ ಕೂಡಿಸಿದೆವು. ಅನಂತರ ನಾವು ಮಾಂಟೆಕಾರ್ಲೊ ಸಿಮ್ಯುಲೇಶನ್ ತಂತ್ರವನ್ನು ಬಳಸಿದೆವು. ಇದು ಕ್ರಮೇಣವಾಗಿ ಇಂಜಿನ್ನಿನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಕ್ಷಯಿಸುತ್ತಿರುವ ವಿಮಾನದ ಕಾರ್ಯಕ್ಷಮತೆ ನಿರ್ವಹಣೆಯ ಪರೀಕ್ಷೆಯ ನಂತರ ಹೇಗೆ ಚೇತರಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ವಿವರಿಸುತ್ತದೆ.

ಈ ಸ್ಟೊಕಾಸ್ಟಿಕ್ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಗಮನಿಸಿದರೆ, ಅದು ವಿಮಾನದ ಏರುಗತಿಯಂತಹ ಕಾರ್ಯಕ್ಷಮತೆಯ ಸೂಚ್ಯಂಕಗಳು ಕ್ರಮೇಣ ಕುಗ್ಗುವ ಸಾಧ್ಯತೆಗಳನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ ಅಲ್ಲವೇ?

ಆರ್.ಎನ್.: ಅಲ್ಲ. ಹಾಗೆ ಹೇಳಲಾಗದು. ಸರಿಯಾಗಿ ಹೇಳಬೇಕೆಂದರೆ ಈ ಸ್ಟೊಕಾಸ್ಟಿಕ್ ಕ್ರಿಯೆ ವಿಮಾನದ ಕಾರ್ಯಕ್ಷಮತೆಯಲ್ಲಿ ಆಗುವ ಕ್ಷಯವನ್ನೂ ಪರಿಗಣಿಸುತ್ತದೆ ಎನ್ನಬಹುದು. ಈ ಕ್ಷಯ ಆಗುತ್ತಲೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಅದರಲ್ಲಿ ಸಂದೇಹವೇ ಇಲ್ಲ. ಆದರೆ ನಿರ್ವಹಣೆಯ ನಂತರ ಇಂಜಿನ್

This article was first published in Bhāvanā, the mathematics magazine, as Above the Clouds, Roddam Narasimha in Conversation and is translated and republished here with permission.

ಹೊಸದಾಗಿದ್ದಾಗ ನಿಮಗೆ ಬೇಕಿದ್ದಷ್ಟು ದೂಡುಬಲ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ. ಆದರೆ, ಅನಂತರ, ಕಾಲ ಕಳೆದ ಹಾಗೆಲ್ಲ ಈ ದೂಡುಬಲ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ವಿಮಾನದ ವಿನ್ಯಾಸ ಚೆನ್ನಾಗಿದ್ದರೆ ನೀವು ಈ ದೂಡುಬಲ ಎಂದಿಗೂ ಹಾರಾಟಯೋಗ್ಯತೆಗೆ ಬೇಕಿದ್ದ ಮಿತಿಗಿಂತಲೂ ಕಡಿಮೆಯಾಗದ ಹಾಗೆ ವಿನ್ಯಾಸಮಾಡಿರುತ್ತೀರಿ. ಹಾಗೂ ಇದು ವಿಮಾನ ನಿರ್ವಹಣೆಯನ್ನೂ ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ

ನಮ್ಮ ಮಾಡೆಲ್ಲು ಮಾಡಿದ್ದು ಇಷ್ಟೆ. ಅದು ಭಾರತದಲ್ಲಿ ವಿಮಾನಗಳ ಕಾರ್ಯಕ್ಷಮತೆಯಲ್ಲಿ ಆಗುತ್ತಿದ್ದ ಕ್ಷಯ, ನಮ್ಮ ವಾಯುಮಂಡಲದಲ್ಲಿನ ಉಷ್ಣತೆ, ಇಲ್ಲಿನ ನಿರ್ವಹಣಾ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳು ಇವೆಲ್ಲವನ್ನೂ ಪರಿಗಣಿಸಿತು. ಆರಂಭದಲ್ಲಿ ಅದು ಕೇವಲ ಭಾರತದ ಪರಸ್ಥಿತಿಗಳಿಗೆ ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾಗಿತ್ತು. ನಾವು ಬಹಳಷ್ಟು ಪರೀಕ್ಷೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಿದೆವು. ಹೀಗೆ ನಾವು ವಿಮಾನದ ಕಾರ್ಯಕ್ಷಮತೆಯ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳಲ್ಲಿ ನೈಜವಾಗಿ ಕಂಡ ಮಾಹಿತಿಯೆಲ್ಲವನ್ನೂ ಮಾಂಟೆಕಾರ್ಲೋ ತಂತ್ರಾಂಶಕ್ಕೆ ಸೇರಿಸಿದೆವು. ಈ ತಂತ್ರಾಂಶವನ್ನು ಹಿಂದೆ ಐಐಎಸ್‌ಸಿ-ಯಲ್ಲಿ ನನ್ನ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಯಾಗಿದ್ದ ಡಾ. ಎನ್. ರಮಣಿ ಬರೆದಿದ್ದರು.

ನಾವು ಅಪಘಾತದ ಸಾಧ್ಯತೆಗಳು ಬಲು ಕಡಿಮೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಕಂಡೆವು. ಈ ಫಲಿತಾಂಶಗಳ ಬಗ್ಗೆ ನಾವು ಮೊದಲು ನಮ್ಮ ತಂಡವನ್ನೇ ಒಪ್ಪಿಸಬೇಕಿತ್ತು [ನಗು]. ಅಪಘಾತಗಳ ಈ ಸಂಭಾವ್ಯತೆ ಏಕೆ ಇಷ್ಟು ಕಡಿಮೆ ಎನ್ನುವ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಉತ್ತರವೇನೆಂದರೆ ಆವ್ರೊ ೭೪೮ಅನ್ನು ಎರಡು ರೋಲ್ಸ್ ರಾಯ್ಸ್ ಟರ್ಬೋ ಪ್ರಾಪ್ ಇಂಜಿನ್ನುಗಳು ಚಾಲಿಸುತ್ತಿದ್ದುವು. ಬ್ರಿಟಿಷರು ಹಾರಾಟ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸಲು ಬಳಸಿದ್ದ ಡಕೋಟ ವಿಮಾನಗಳಲ್ಲಿ ಪಿಸ್ಟನ್ ಇಂಜಿನ್ನುಗಳಿದ್ದುವು. ಟರ್ಬೈನ್ ಇಂಜಿನ್ನುಗಳು ಬಂದ ಮೇಲೆ ಇಂಜಿನ್ ಸ್ಥಗಿತವಾಗುವ ಸಂಭಾವ್ಯತೆಗಳು ಅಗಾಧವಾಗಿ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿದ್ದುವು. ಈ ಇಂಜಿನ್ನುಗಳಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ಭಾಗಗಳು ಇಲ್ಲದ್ದರಿಂದ ಅದು ಸಹಜವಾಗಿಯೇ ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿತ್ತು.

ಇಲ್ಲಿ ಆಗಿದ್ದು ಅಷ್ಟೆ. ೭೪೮ ವಿಮಾನ ಮೇಲೇರುವಾಗ ಅಪಘಾತಗಳಗುತ್ತಿದ್ದದ್ದು ಕಡಿಮೆ. ಏಕೆಂದರೆ ಇದರ ಇಂಜಿನ್ನುಗಳು ಸ್ಥಗಿತವಾಗುವುದೂ ಕಡಿಮೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಬ್ರಿಟಿಷ್ ಹಾರಾಟ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಅದು ಉಲ್ಲಂಘಿಸಿದ್ದರೂ, ೭೪೮ ಹಾರಾಟ ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿಯೇ ಇತ್ತು. ನನ್ನ ಈ ತೀರ್ಮಾನ ಸರಿಯೋ ತಪ್ಪೋ ತಿಳಿಯಲು ನಾನು ಸರ್ ಫ್ರೆಡೆರಿಕ್ ಟಿಮ್ಸ್‌ಗೆ ಪತ್ರ ಬರೆದಿದ್ದೆ. ಟಿಮ್ಸ್ ಬ್ರಿಟಿಷ್ ನಾಗರಿಕ ವಿಮಾನಯಾನದ ಪ್ರಾಧಿಕಾರದಿಂದ ನಿವೃತ್ತರಾಗಿದ್ದ ಎಲ್ಲರ ಗೌರವಕ್ಕೆ ಪಾತ್ರರಾಗಿದ್ದ ಮುಖಂಡರು. ಆತ ನನ್ನ ತೀರ್ಮಾನವನ್ನು ಒಪ್ಪಿ ಉತ್ತರಿಸಿದ್ದರು. ಹಾಗೆಯೇ, ವಿಮಾನದ ಒಟ್ಟಾರೆ

This article was first published in Bhāvanā, the mathematics magazine, as Above the Clouds, Roddam Narasimha in Conversation and is translated and republished here with permission.

ಸುರಕ್ಷತೆಗೆ ಆತಂಕವಿಲ್ಲದಂತೆ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಅರ್ಥೈಸುವ ಹಾಗೂ ಸಂದರ್ಭಕ್ಕೆ ತಕ್ಕಂತೆ ರಿಯಾಯಿತಿಗಳನ್ನು ನೀಡುವ ಅಧಿಕಾರ ಬ್ರಿಟಿಷ್ ಪ್ರಾಧಿಕಾರಕ್ಕೆ ಇರುವುದನ್ನು ಬೆರಳುಮಾಡಿ ತೋರಿಸಿದರು. ವಿಶ್ವಾಸಾರ್ಹವಲ್ಲದ ಇನ್ನೂ ಹಲವು ಇಂಜಿನ್ನುಗಳು ಇದ್ದುದರಿಂದಾಗಿ ಅವರು ನಿಯಮಗಳನ್ನು ತಿದ್ದಿರಲಿಲ್ಲ.

ಒಟ್ಟಾರೆ ಈ ಸಮಸ್ಯೆಯ ಬಗ್ಗೆ ನನ್ನ ಆಸಕ್ತಿ ಕುದುರಲು ಕಾರಣ ಸ್ಟೊಕಾಸ್ಟಿಕ್ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ನನಗೆ ಇದ್ದ ಒಲವು. ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧತೆಯೂ ಒಂದು ಸಂಭಾವ್ಯ ಕ್ರಿಯೆಯೇ. ಬೋಲ್ಟ್ಸ್‌ಮನ್ ಸಮೀಕರಣದ ಬಗ್ಗೆ ನನಗೆ ಇದ್ದ ಅನುಭವ, ಮಾಂಟೆಕಾರ್ಲೋ ಯೋಜನೆಗಳನ್ನೂ ಪರಿಚಿತವೆನ್ನಿಸಿತ್ತು. ಹೀಗಾಗಿ ದ್ರವಚಲನೆಗೂ ಈ ಸಮಸ್ಯೆಗೂ ಏನೇನೂ ಸಂಬಂಧವಿಲ್ಲದಿದ್ದರೂ ನಾವು ಆ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಕಲಿತಿದ್ದ ವಿಧಾನಗಳೇ ವಿಮಾನಗಳ ಹಾರಾಟಯೋಗ್ಯತೆಯನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಲೂ ಬೇಕಾಗಿದ್ದವು.

ಅದೇನೇ ಇರಲಿ. ಧವನರಿಗೆ ಇದರಿಂದ ತೃಪ್ತಿಯಾಗಿತ್ತು. ಇತರರು ಬೆರಗಾಗಿದ್ದರು. ವಿರೋಧಿಸಲು ಅವರಿಗೆ ಏನೂ ಇರಲಿಲ್ಲ. ಹೀಗಾಗಿ ಈ ವರದಿಯನ್ನು ಸಲ್ಲಿಸಲಾಯಿತು. ಧವನ್ ಸಮಿತಿಯ ವರದಿ ಸಲ್ಲಿಸಿದ ಮೇಲೆ, ಹೊರಗಿನವರು ಯಾರೂ ಇದಕ್ಕೆ ಪ್ರತಿರೋಧ ಸಲ್ಲಿಸದಿರಲಿ ಎಂದು ನಾವು ಬುಲೆಟಿನ್ ಆಫ್ ಇಂಟರ್ನ್ಯಾಶನಲ್ ಸಿವಿಲ್ ಏವಿಯೇಶನ್ ಪತ್ರಿಕೆಗೆ ಒಂದು ಪ್ರಬಂಧವನ್ನು ಸಲ್ಲಿಸಿದೆವು.[೧೦] ಪತ್ರಿಕೆ ಅದನ್ನು ಸ್ವೀಕರಿಸಿತು. ಅದರಲ್ಲಿ ನಾವು ಏನೇನು ಮಾಡಿದೆವೆಂದು ಚುಟುಕಾಗಿ ವಿವರಿಸಿದ್ದೆವು. ಅನಂತರ ಈ ಸ್ಟೊಕಾಸ್ಟಿಕ್ ಕರೆಕ್ಟಿವ್ ಪ್ರೋಸೆಸ್ ಬಗ್ಗೆ ನಾನು ವಿಸ್ತಾರವಾದ ತಾತ್ತ್ವಿಕ ಪ್ರಬಂಧವನ್ನೂ ಬರೆದಿದ್ದೆ.[೧೧]

ನಮ್ಮ ತರ್ಕಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಲು ನಾವು ಬಳಸಿದ್ದ ವಿಮಾನ ಹಾರಾಟದ ಮಾಹಿತಿಗಳನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸುವ ಹಾಗಿರಲಿಲ್ಲ. ಅದೃಷ್ಟವಶಾತ್, ಉತ್ತರ ಅಟ್ಲಾಂಟಿಕ್ ಸಾಗರದ ಮೇಲೆ ಹಾರಾಡುವ ವಿಮಾನಗಳ ಹಾರಾಟದ ವೇಳೆ ಆಗುವ ತಪ್ಪುಗಳನ್ನು ದಾಖಲಿಸಿದ ವಿಸ್ತಾರವಾದ ಮಾಹಿತಿ ನಮಗೆ ದೊರಕಿತ್ತು. ವಿಮಾನಗಳ ನಡುವೆ ಡಿಕ್ಕಿಯಾಗುವುದನ್ನು ತಪ್ಪಿಸುವುದಕ್ಕೆಂದು ಈ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಒಟ್ಟುಮಾಡಲಾಗಿತ್ತು. ನಿಗದಿಪಡಿಸಿದ ಹಾದಿಯನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ವಿಮಾನಗಳು ಚಲಿಸಿದಾಗ, ಅವನ್ನು ತಿದ್ದಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದು ಕೂಡ ಸ್ಟೊಕಾಸ್ಟಿಕ್ ಕರೆಕ್ಟಿವ್ ಪ್ರೋಸೆಸ್ಸಿಗೆ ಇನ್ನೊಂದು ಕುತೂಹಲಕರ ಉದಾಹರಣೆ. ಈ ಮಾಹಿತಿಯ ಜೊತೆಗೆ ನಾವು ಊಹಿಸಿ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರ ಹಾಕಿದ ಅಂಕಿ, ಅಂಶಗಳನ್ನು ಹೋಲಿಸಿದಾಗ ಅವು ಉತ್ತಮವಾಗಿ ತಾಳೆಯಾಗಿದ್ದುವು.

This article was first published in Bhāvanā, the mathematics magazine, as Above the Clouds, Roddam Narasimha in Conversation and is translated and republished here with permission.

ಈ ಎರಡು ಸಂದರ್ಶನಗಳಲ್ಲಿ ವಿವಿಧ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧತೆ ತೋರುವದರ ಕುರಿತು ಮಾತನಾಡಿದ್ದೇವೆ. ಈ ನಿಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ರಿಚರ್ಡ್ ಫೈನ್‌ಮನ್ ಹೇಳಿದ ಒಂದು ಮಾತು ನೆನಪಾಗುತ್ತಿದೆ. "ತಾರೆಯೊಂದು ಹುಟ್ಟುವುದನ್ನು ನಾವು ಗಮನಿಸಿದರೆ, ಅದು ಯಾವುದೋ ಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿ ಸೂಸುತ್ತದೆನ್ನುವುದನ್ನು ಊಹಿಸಬಹುದು. ಆದರೆ ಅನಂತರ ಏನಾಗುತ್ತದೆನ್ನುವುದನ್ನು ಊಹಿಸಲಾಗದು. ಹಲವು ಮಿಲಿಯ ವರ್ಷಗಳ ನಂತರ ಆ ತಾರೆ ಸ್ಫೋಟಿಸುತ್ತದೆ. ಅದು ಏಕಾಯಿತು ಎನ್ನುವುದನ್ನು ನಾವು ಅರಿಯಲಾರೆವು." ಎಂದಿದ್ದ.

ಆರ್.ಎನ್.: [ನಗು] ಇದನ್ನು ನಾನಂತೂ ನಂಬುತ್ತೇನೆ.

ಫೈನ್‌ಮನ್, ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧತೆ ಎನ್ನುವುದು ಪಾರಂಪರಿಕ ಫಿಸಿಕ್ಸ್ ಪರಿಹರಿಸದೇ ಉಳಿದ ಕೊನೆಯ ಸಮಸ್ಯೆ ಎಂದಿದ್ದ.

ಈ ವರ್ಗದ ಸಮಸ್ಯೆಗಳು ಇಷ್ಟೊಂದು ಕಷ್ಟ ಎನ್ನಿಸುವುದೇಕೆ ಎಂದು ಚುಟುಕಾಗಿ ಹೇಳಬಹುದೇ?

ಆರ್.ಎನ್.: ಯಾಕೆ ಎಂದರೆ, ಪ್ರವಾಹಗಳು ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧವಾಗುವುದು ಹೇಗೆ ಎಂಬುದನ್ನು ನಾವು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲಾಗದು. ಫೈನ್‌ಮನ್ ಹೇಳಿದ್ದೇನೆಂದರೆ, ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧತೆ ಇಲ್ಲದಿದ್ದಾಗ ತಾರೆಯಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಫಿಸಿಕ್ಸನ್ನು ನಾವು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಒಮ್ಮೆ ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧತೆ ಕಾಣಿಸಿತೋ, ನಾವು ಇಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ಪಡುವ ಪಾಡೇ ಅಲ್ಲಿಯೂ ಆಗುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲಿನ ಸಂವಹನ ತರಂಗಗಳು ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧವಾದ ಕೂಡಲೇ, ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧತೆಯೇ ಮೂಲ ಸಮಸ್ಯೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯಮಾನಗಳನ್ನು ತಿಳಿಯಲು ಅಡ್ಡಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಫೈನ್‌ಮನ್ ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧತೆ ಎನ್ನುವುದು ಪಾರಂಪರಿಕ ಫಿಸಿಕ್ಸು ಪರಿಹರಿಸದೆ ಉಳಿದ ಕೊನೆಯ ಸಮಸ್ಯೆ ಎಂದೂ ಹೇಳಿದ್ದ.

ನಿಮ್ಮ ಅಮೂಲ್ಯ ಸಮಯವನ್ನು ನಮ್ಮೊಟ್ಟಿಗೆ ಕಳೆದದ್ದಕ್ಕಾಗಿ ಧನ್ಯವಾದಗಳು. ಈ ಮಾತುಕತೆ ಸ್ವಾರಸ್ಯಕರವಾಗಿತ್ತು. 'ಭಾವನಾ' ತಂಡದಿಂದ ನಿಮಗೆ ಧನ್ಯವಾದಗಳು.

ಆರ್.ಎನ್.: ಧನ್ಯವಾದ. ನಿಮ್ಮ ಜೊತೆ ಮಾತಾಡಿ ಖುಷಿಯಾಯಿತು.

ಕೃತಜ್ಞತೆ: ಸಂದರ್ಶನ ನಡೆಯಲು ನೆರವು ನೀಡಿದ ಐಸಿಟಿಎಸ್‌ನ ಅನುಪಮ್ ಘೋಷ್ ಅವರಿಗೆ ಧನ್ಯವಾದಗಳು.

This article was first published in Bhāvanā, the mathematics magazine, as Above the Clouds, Roddam Narasimha in Conversation and is translated and republished here with permission.

ಅಡಿಟಿಪ್ಪಣಿಗಳು:

1. E. Mollo-Christensen and R. Narasimha. 1960. Sound Emission From Jets at High Subsonic Velocities. *Journal of Fluid Mechanics*. **8**(1): 49–60.
2. R. Narasimha. 1960. Nearly Free Molecular Flow Through an Orifice. *Physics of Fluids*. **3**: 476–477.
3. R. Narasimha. 1961. Orifice Flow at High Knudsen Numbers. *Journal of Fluid Mechanics*. **10**(3): 371–384.
4. R. Narasimha. 1962. Collisionless Expansion of Gases into Vacuum. *Journal of Fluid Mechanics*. **12**(2): 294–308.
5. R. Narasimha. 1961. Some Flow Problems in Rarefied Gas Dynamics. PhD thesis at Caltech. https://thesis.library.caltech.edu/4400/1/Narasimha_r_1961.pdf.
6. R. Narasimha. 1968. Asymptotic Solutions for the Distribution Function in Non-Equilibrium Flows. Part 1. The Weak Shock. *Journal of Fluid Mechanics*. **34**(1): 1–24.
7. R. Narasimha and K.R. Sreenivasan. 1973. Relaminarization in Highly Accelerated Turbulent Boundary Layers. *Journal of Fluid Mechanics*. **61**(3): 417–447.
8. R. Narasimha and K.R. Sreenivasan. 1979. Relaminarization of Fluid Flows. *Advances in Applied Mechanics*. **19**: 221–309.
9. P. Bauer, A. Thorpe, and G. Brunet. 2015. The Quiet Revolution of Numerical Weather Prediction. *Nature*. **525**: 47–55.
10. R. Narasimha. 1974. A Statistical Approach to Airworthiness and Flight Safety. *Proceedings of First Seminar on Flight Evaluation*: 80–94.
11. R. Narasimha. 1975. Performance Reliability of High Maintenance Systems. *Journal of the Franklin Institute*. **303**(1): 15–28.

This article was first published in Bhāvanā, the mathematics magazine, as Above the Clouds, Roddam Narasimha in Conversation and is translated and republished here with permission.