โครงการวิจัยมุ่งเน้นการเตรียมวัสดุเชิงประกอบนำไฟฟ้าระดับนาโนและการประยุกต์ใช้ในการกำบังคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยมีอนุภาคพอลิพีโรลขนาดนาโน (PPy) และเขม่าดำนำไฟฟ้า (CB) เป็นสารเติมแต่งในพอลิเอธิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำเชิงเส้นตรง (LLDPE) โครงการวิจัยนี้แบ่งเป็น 3 ส่วนหลัก คือ การสังเคราะห์อนุภาคพอลิพีโรลขนาดนาโน การเตรียมและทดสอบสมบัติต่างๆ ของวัสดุเชิงประกอบนำไฟฟ้า LLDPE-PPy และ LLDPE-CB และการปรับปรุงสมบัติการกระจายตัวของอนุภาคพอลิพีโรลขนาดนาโนในเนื้อพลาสติก โดยการเตรียมเป็นวัสดุเชิงประกอบ PVAL-PPy

อนุภาคพอลิพีโรลที่สังเคราะห์ได้จากเทคนิคไมโครอิมัลชันพอลิเมอไรเซชัน มีร้อยละผลผลิตมากกว่า 85 มีลักษณะเป็นอนุภาคทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 60-120 nm และมีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 0.01-61.87 S/cm ขึ้นอยู่กับสภาวะในการสังเคราะห์ วัสดุเชิงประกอบ LLDPE-PPy และ LLDPE-CB เตรียมจากการผสมอนุภาคพอลิพีโรลขนาดนาโนและเขม่าดำนำไฟฟ้าตามลำดับ ลงใน LLDPE ด้วยเครื่องหลอมอัดรีดชนิดเกลียวหนอนคู่ และขึ้นรูปด้วยการอัดลงแม่พิมพ์ปิดด้วยความร้อน พบว่า LLDPE-PPy และ LLDPE-CB มีความแข็งแรงมากขึ้นและมีค่าการนำไฟฟ้าสูงขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณของสารเติมแต่งนำไฟฟ้า โดยค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุเชิงประกอบสูงถึงประมาณ 10^{-9} S/cm เมื่อมีปริมาณอนุภาคพอลิพีโรลขนาดนาโนเพียงร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก ในขณะที่ต้องใช้เขม่าดำนำไฟฟ้าถึงร้อยละ 3 ประสิทธิภาพการกำบังคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของวัสดุเชิงประกอบทั้งสองอยู่ในช่วง 0.11-6.52 dB โดย LLDPE-PPy มีประสิทธิภาพการกำบังคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสูงกว่า LLDPE-CB เมื่อผสมสารเติมในปริมาณเท่ากัน

การปรับปรุงสมบัติการกระจายตัวของอนุภาคพอลิพีโรลขนาดนาโน โดยการผสมกับพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ พบว่า PVAL-PPy มีค่าการนำไฟฟ้าและประสิทธิภาพการกำบังคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสูงกว่า LLDPE-PPy เมื่อผสมอนุภาคพอลิพีโรลขนาดนาโนในปริมาณเท่ากัน โดย PVAL-PPy ที่ปริมาณพอลิพีโรลร้อยละ 20 มีประสิทธิภาพการกำบังคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 11.92 dB ที่ความถี่ 1.25 GHz

การประยุกต์ใช้งานในการกำบังคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของวัสดุเชิงประกอบนำไฟฟ้าที่เตรียมได้ในโครงการวิจัยนี้อาจจะยังมีข้อจำกัดอยู่ เนื่องจากยังมีประสิทธิภาพที่ไม่สูงนักเมื่อเทียบกับวัสดุโลหะ อย่างไรก็ตาม ค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุเชิงประกอบนี้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมกับการประยุกต์ใช้ในการป้องกันการประทุของไฟฟ้าสถิต ซึ่งต้องการวัสดุที่มีค่าการนำไฟฟ้าในช่วง 10^{-9} ถึง 10^{-6} S/cm และอาจนำไปใช้ประโยชน์ในด้านงานบรรจุภัณฑ์อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

This research project is focused on preparation of conducting nanocomposites and their applications in electromagnetic interference (EMI) shielding. Polypyrrole (PPy) nanoparticles and carbon black (CB) were used as conducting additives in linear low-density polyethylene (LLDPE) matrix. The research was divided into 3 parts; synthesis of PPy nanoparticles, preparation and testing of LLDPE-PPy and LLDPE-CB composites, and improvement of PPy nanoparticle's distribution in polymer matrix by making PVAL-PPy composite.

PPy nanoparticles were synthesized via a microemulsion polymerization. Greater than 85 % yield of the PPy nanoparticles was achieved. Spherical PPy particles had diameter in the range of 60 – 120 nm with the specific conductivity of 0.01 – 61.87 S/cm depending upon polymerization conditions. LLDPE-PPy and LLDPE-CB composites were prepared by mixing the conducting additives with the LLDPE matrix using a twin-screw extruder and then subjected into a hydraulic compression moulding. It was found that the mechanical properties and the conductivity of the LLDPE-PPy and LLDPE-CB composites increased with the increase in loading levels of the conducting additives. The specific conductivity of the LLDPE-PPy and LLDPE-CB composites reached 10^{-9} S/cm when 1%wt. PPy nanoparticles and 3%wt. carbon black were incorporated, respectively. EMI shielding effectiveness (EMI SE) of the composites was in the range of 0.11 - 6.52 dB. At a similar content of the additive, the LLDPE-PPy composite exhibited a greater EMI SE than the LLDPE-CB.

Distribution of the PPy nanopartcles in the polymer matrix was improved by mixing with PVAL. It was found that the PVAL-PPy composite had the greater specific conductivity and EMI SE than the LLDPE-PPy at the similar PPy loading. The PVAL-PPy with the PPy nanoparticle loading of 20%wt. exhibited a maximum EMI SE of 11.92 dB at a frequency of 1.25 GHz.

EMI shielding application of the proposed conducting polymer composites still has a limitation due to relatively low shielding effectiveness compared with the metallic materials. However, the proposed PPy-based composites have showed the conductivity ranging from 10^{-6} to 10^{-9} S/cm which makes the conducting composites a potential material for electrostatic discharge protection. Therefore, the PPy-based composites probably are useful for electronic packaging applications.